

- Fenomena Penggunaan *Emoticon* pada *Facebook* dan *Blackberry Messenger* sebagai Alternatif Komunikasi *Non-Verbal*
- Pemanfaatan Aplikasi *Open Source* untuk *Scientific Repository* Perguruan Tinggi  
(*The Utilization of Open Source Applications for Scientific Repository College*)
- Persepsi Konsumen dalam Pembelian Rumah Sederhana di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya
- Improvement of Electric Power Quality Due to Non Linear Load in Industry Using Model of Passive Filter, Series Active Filter, and Three Phase Hybrid Active Filter  
(Peningkatan Kualitas Daya Listrik Akibat Beban Non-Linier di Industri Menggunakan Model Filter Pasif, Filter Aktif Seri, dan Filter Aktif Hibrid Tiga Fasa)
- Uji Antioksidan Antosianin Buah Murbei dengan Ekstraksi Sonikasi dan Maserasi  
(*Antioxidant Test of Anthocyanin Extraction Mulberries with Sonication and Maceration*)
- Klasifikasi Sinyal Jantung Menggunakan Jaringan Syaraf *BackPropagation*  
(*Classification of Heart Signals Using Backpropagation Neural Network*)
- Analisa Pengaruh Temperatur Tempering terhadap Sifat Mekanik Baja AAR-M201 Grade E  
(*Analysis Tempering Effect on Mechanical Properties of AAR-M201 Grade E*)
- *Re-Measuring* Penggunaan *Cream* Sepatu dengan *Root Cause Analysis* dan Metode Taguchi di Departemen *Fullshoe* PT. ABC
- Penentuan Komposisi yang Tepat Pembuatan Kerupuk Menggunakan *Fault Tree Analysis* dan Taguchi
- Sistem Otomasi Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler Arduino
- Interpretasi Zona Alterasi dan Mineralisasi Berdasarkan Data Geolistrik Resistivitas dan Induksi Polarisasi di Daerah Mekar Jaya, Sukabumi, Jawa-Barat
- *User Centered Design* untuk Mebel Multifungsi Fasilitas Olahraga Balita
- Perjanjian Elektronik untuk Transaksi *Onlineshop*
- Perancangan dan Pengembangan Produk Meja Baca *Adjustability*  
(*Design and Product Development of Adjustability Reading Table*)
- Perencanaan Cetak Tekan pada Proses Produksi *Casing Hard Disk*  
(*Die Casting Planning in the Production Process of the Hard Disk Casing*)
- Perancangan Sistem Informasi Kehadiran Dosen di Fakultas Teknik UMSIDA Berbasis Arduino Uno Atmega 328
- Pengaruh Doping Ion  $\text{Co}^{2+}$  terhadap Struktur dan Dielektrisitas pada Senyawa Nanokristal Spinel  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  yang di Sintesis Melalui Metode Kopresipitasi  
(*The Effect of  $\text{Co}^{2+}$  Ion Doped on Their Structure and Dielectric Properties of  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  Spinel Nanocrystals Compound Synthesds by Coprecipitation Method*)
- Respons Petani terhadap Usaha Tani Padi Orgaik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember  
(*Farmers Responsd to Organic Rice Farming in The Village of Sruni Sub District of Jenggawah Regency of Jember*)

## Koordinasi Perguruan Tinggi Swasta (KOPERTIS) Wilayah VII

J. Saintek	Vol. 13	No. 2	Hal. 63–186	Surabaya Des 2016	ISSN 1693-8917
------------	---------	-------	-------------	----------------------	-------------------

# SAINTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa

---

Volume 13, Nomor 2, Desember 2016

---

Diterbitkan oleh Kopertis Wilayah VII sebagai terbitan berkala yang menyajikan informasi dan analisis persoalan ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa.

Kajian ini bersifat ilmiah populer sebagai hasil pemikiran teoretik maupun penelitian empirik. Redaksi menerima karya ilmiah/hasil penelitian atau artikel, termasuk ide-ide pengembangan di bidang ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa. Untuk itu SAINTEK mengundang para intelektual, ekspertis, praktisi, mahasiswa serta siapa saja berdialog dengan penuangan pemikiran secara bebas, kritis, kreatif, inovatif dan bertanggung jawab. Redaksi berhak menyingkat dan memperbaiki karangan itu sejauh tidak mengubah tujuan isinya. Tulisan-tulisan dalam artikel SAINTEK tidak selalu mencerminkan pandangan redaksi. Dilarang mengutip, menterjemahkan atau memperbanyak kecuali dengan izin redaksi.

---

## PELINDUNG

Prof. Dr. Ir. Suprpto, DEA  
(Koordinator Kopertis Wilayah VII)

## REDAKTUR

Prof. Dr. Ali Maksum  
(Sekretaris Pelaksana Kopertis Wilayah VII)

## PENYUNTING/EDITOR

Prof. Dr. Ir. Achmadi Susilo, MS.; Prof. Dr. Djwantoro Hardjito, M.Eng.;  
Dr. Antok Supriyanto, M.MT.; Drs. Ec. Purwo Bkti, M.Si.;  
Drs. Supradono, MM.; Drs. Budi Hasan, SH., M.Si.;  
Suyono, S.Sos., M.Si.; Thohari, S.Kom.

## DESAIN GRAFIS & FOTOGRAFER

Dhani Kusuma Wardhana, A.Md.; Sutipah

## SEKRETARIAT

Tri Puji Rahayu, S.Sos.; Soetjahyono

---

## Alamat Redaksi:

Kantor Kopertis Wilayah VII Seksi Sistem Informasi  
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 177 Surabaya  
Telp. (031) 5925418-19, 5947473 psw. 120 Fax. (031) 5947479  
Situs Web: <http://www.kopertis7.go.id>, E-mail: [jurnal@kopertis7.go.id](mailto:jurnal@kopertis7.go.id)

# SAINTEK

Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Teknik dan Rekayasa

Volume 13, Nomor 2, Desember 2016

## DAFTAR ISI (CONTENTS)

	Halaman (Page)
1. Fenomena Penggunaan <i>Emoticon</i> pada <i>Facebook</i> dan <i>Blackberry Messenger</i> sebagai Alternatif Komunikasi <i>Non-Verbal</i> <b>Rr. Arielia Yustisiana dan Christina Maya Iriana Sari</b> .....	63–69
2. Pemanfaatan Aplikasi <i>Open Source</i> untuk <i>Scientific Repository</i> Perguruan Tinggi ( <i>The Utilization of Open Source Applications for Scientific Repository College</i> ) <b>Ilham Arnomo</b> .....	70–76
3. Persepsi Konsumen dalam Pembelian Rumah Sederhana di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya <b>Djojo Diharjo dan Dwi Prasetyo Yudo</b> .....	77–81
4. Improvement of Electric Power Quality Due To Non Liniear Load in Industry Using Model of Passive Filter, Series Active Filter, and Three Phase Hybrid Active Filter (Peningkatan Kualitas Daya Listrik Akibat Beban Non-Linier di Industri Menggunakan Model Filter Pasif, Filter Aktif Seri, dan Filter Aktif Hibrid Tiga Fasa) <b>Agus Kiswantonono dan Amirullah</b> .....	82–93
5. Uji Antioksidan Antosianin Buah Murbei dengan Ekstraksi Sonikasi dan Maserasi ( <i>Antioxidant Test of Anthocyanin Extraction Mulberries with Sonication and Maceration</i> ) <b>Anitarakhmi Handaratri, Leenawaty Limantara</b> .....	94–98
6. Klasifikasi Sinyal Jantung Menggunakan Jaringan Syaraf <i>Backpropagation</i> ( <i>Classification of Heart Signals Using Back Propagation Neural Network</i> ) <b>Hindarto, Izza Anshory, Ade Efiyanti</b> .....	99–102
7. Analisa Pengaruh Temperatur Tempering terhadap Sifat Mekanik Baja AAR-M201 Grade E ( <i>Analysis Tempering Effect on Mechanical Properties of AAR-M201 Grade E</i> ) <b>Tubagus N. Rohmannudin, Imam A. Suryana, Rochman Rochiem</b> .....	103–110
8. <i>Re-Measuring</i> Penggunaan <i>Cream</i> Sepatu dengan <i>Root Cause Analysis</i> dan Metode Taguchi di Departemen <i>Fullshoe</i> PT. ABC <b>Silviana Rosalika dan Wiwik Sulistiyowati</b> .....	111–116
9. Penentuan Komposisi yang Tepat Pembuatan Kerupuk Menggunakan <i>Fault Tree Analysis</i> dan Taguchi <b>Deta Surya Agusta dan Atikha Sidhi Cahyana</b> .....	117–125
10. Sistem Otomasi Pengerjing Pakaian Berbasis Mikrokontroller Arduino <b>Aris Noviant Putra</b> .....	126–131

11. Interpretasi Zona Alterasi dan Mineralisasi Berdasarkan Data Geolistrik Resistivitas dan Induksi Polarisasi di Daerah Mekar Jaya, Sukabumi, Jawa-Barat <b>Sapto Heru Yuwanto</b> .....	132–138
12. <i>User Centered Design</i> untuk Mebel Multifungsi Fasilitas Olahraga Balita <b>Mariana Wibowo dan Cressinta Chyntia Kwan</b> .....	139–153
13. Perjanjian Elektronik untuk Transaksi <i>Onlineshop</i> <b>Aprilo G. Goemansalangi, Ayu Dwi Novitasari, Vinsensius Tommy Wijaya Japola, Yohanes Takdir</b> .....	154–159
14. Perancangan dan Pengembangan Produk Meja Baca <i>Adjustability</i> ( <i>Design and Product Development of Adjustability Reading Table</i> ) <b>Hery Murnawan dan Wiwin Widiasih</b> .....	160–165
15. Perencanaan Cetak Tekan pada Proses Produksi <i>Casing Hard Disk</i> ( <i>Die Casting Planning in the Production Process of the Hard Disk Casing</i> ) <b>Iswanto</b> .....	166–170
16. Perancangan Sistem Informasi Kehadiran Dosen di Fakultas Teknik UMSIDA Berbasis Arduino Uno Atmega 328 <b>Mustakim</b> .....	171–175
17. Pengaruh Doping Ion $\text{Co}^{2+}$ terhadap Struktur dan Dielektrisitas pada Senyawa Nanokristal Spinel $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ yang di Sintesis Melalui Metode Kopresipitasi ( <i>The Effect of <math>\text{Co}^{2+}</math> Ion Doped on Their Structure and Dielectric Properties of <math>\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4</math> Spinnel Nanocrystals Compound Synthesds by Coprecipitation Method</i> ) <b>Idon Joni</b> .....	176–180
18. Respons Petani terhadap Usaha Tani Padi Orgaik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember ( <i>Farmers Responsd to Organic Rice Farming in The Village of Sruni Sub District of Jenggawah Regency of Jember</i> ) <b>Syamsul Hadi dan R. Achmad Ediyanto</b> .....	181–186

## PANDUAN UNTUK PENULISAN NASKAH

---

Jurnal ilmiah SAINTEK adalah publikasi ilmiah enam bulanan yang diterbitkan oleh Kopertis Wilayah VII. Untuk mendukung penerbitan selanjutnya redaksi menerima artikel ilmiah yang berupa hasil penelitian empiris dan artikel konseptual dalam bidang Ilmu Teknik dan Rekayasa, termasuk bidang Ilmu Pertanian.

Naskah yang diterima hanya naskah asli yang belum pernah diterbitkan di media cetak dengan gaya bahasa akademis dan efektif. Naskah terdiri atas:

1. Judul naskah maksimum 15 kata, ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris tergantung bahasa yang digunakan untuk penulisan naskah lengkapnya. Jika ditulis dalam bahasa Indonesia, disertakan pula terjemahan judulnya dalam bahasa Inggris.
2. Nama penulis, ditulis di bawah judul tanpa disertai gelar akademik maupun jabatan. Di bawah nama penulis dicantumkan instansi tempat penulis bekerja.
3. Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris tidak lebih dari 200 kata diketik 1 (satu) spasi. Abstrak harus meliputi intisari seluruh tulisan yang terdiri atas: latar belakang, permasalahan, tujuan, metode, hasil analisis statistik, dan kesimpulan, disertakan pula kata kunci e.
4. Artikel hasil penelitian berisi: judul, nama penulis, abstrak, pendahuluan, materi, metode penelitian, hasil penelitian, pembahasan, kesimpulan, dan daftar pustaka.
5. Artikel konseptual berisi: judul, nama penulis, abstrak, pendahuluan, analisis (kupasan, asumsi, komparasi), kesimpulan dan daftar pustaka.
6. Tabel dan gambar harus diberi nomor secara berurutan sesuai dengan urutan pemunculannya. Setiap gambar dan tabel perlu diberi penjelasan singkat yang diletakkan di bawah untuk gambar. Gambar berupa foto (kalau ada), disertakan dalam bentuk mengkilap (gloss).
7. Pembahasan berisi tentang uraian hasil penelitian, bagaimana penelitian yang dihasilkan dapat memecahkan masalah, faktor-faktor apa saja yang memengaruhi hasil penelitian dan disertai pustaka yang menunjang.
8. Daftar pustaka, ditulis sesuai aturan penulisan Vancouver, disusun berdasarkan urutan

kemunculannya bukan berdasarkan abjad. Untuk rujukan buku urutannya sebagai berikut: nama penulis, editor (bila ada), judul buku, kota penerbit, tahun penerbit, volume, edisi, dan nomor halaman. Untuk terbitan berkala urutannya sebagai berikut: nama penulis, judul tulisan, judul terbitan, tahun penerbitan, volume, dan nomor halaman.

### Contoh penulisan Daftar Pustaka:

1. Grimes EW, **A use of freeze-dried bone in Endodontic**, J. Endod, 1994: 20: 355–6
2. Cohen S, Burn RC, **Pathways of the pulp**. 5<sup>th</sup> ed., St. Louis; Mosby Co 1994: 127–47
3. Morse SS, **Factors in the emergence of infectious disease**. Emerg Infect Dis (serial online), 1995 Jan-Mar, 1(1): (14 screen). Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>. Accessed Desember 25, 1999.

Naskah diketik 2 (dua) spasi 12 pitch dalam program MS Word dengan susur (margin) kiri 4 cm, susur kanan 2,5 cm, susur atas 3,5 cm, dan susur bawah 2 cm, di atas kertas A4.

Setiap halaman diberi nomor halaman, maksimal 12 halaman (termasuk daftar pustaka, tabel, dan gambar), naskah dikirim sebanyak 2 rangkap dan 1 CD/E-mail [jurnal@kopertis7.go.id](mailto:jurnal@kopertis7.go.id).

Redaksi berhak memperbaiki penulisan naskah tanpa mengubah isi naskah tersebut. Semua data, pendapat atau pernyataan yang terdapat pada naskah merupakan tanggung jawab penulis. Naskah yang tidak sesuai dengan ketentuan redaksi akan dikembalikan apabila disertai perangko.

Naskah dapat dikirim ke alamat:

### Redaksi/Penerbit:

Kopertis Wilayah VII  
d/a Seksi Sistem Informasi  
Jl. Dr. Ir. H. Soekarno No. 177 Surabaya  
Telp. (031) 5925418-19, 5947473 psw. 120  
Hp. 08155171928 (Suyono)  
Fax. (031) 5947479  
E-mail: [jurnal@kopertis7.go.id](mailto:jurnal@kopertis7.go.id)  
Homepage: [www.kopertis7.go.id](http://www.kopertis7.go.id).



# Fenomena Penggunaan *Emoticon* pada Facebook dan Blackberry Messenger sebagai Alternatif Komunikasi Non-Verbal

Rr. Arielia Yustisiana dan Christina Maya Iriana Sari  
Universitas Katolik Widya Mandala Madiun

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan sebuah fenomena dalam teknologi media sosial yang berhubungan dengan komunikasi non-verbal yang menggunakan aplikasi *emoticon*. Media sosial yang digunakan adalah Facebook (FB) dan Blackberry Messenger (BBM). Dalam kedua media sosial tersebut terdapat aplikasi *emoticon*. Ada dua permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu: mendeskripsikan maksud *emoticon* dan faktor-faktor penentu *emoticon* yang dipakai pada media sosial (FB dan BBM) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan. Kajian teori yang digunakan untuk menganalisis permasalahan tersebut adalah komunikasi yang dibagi menjadi dua: komunikasi non-verbal dan visual, semiotika dan media sosial, yaitu FB dan BBM. Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari sumber data yaitu percakapan atau chat pengguna media sosial FB dan BBM. Metode padan referensial dan metode padan pragmatis digunakan untuk menganalisis *emoticon* yang digunakan oleh pengguna media sosial FB dan BBM. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada beberapa *emoticon* yang sering digunakan untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima dan sebaliknya. Terdapat tiga faktor penentu *emoticon* yang dipakai pada media sosial (FB dan BBM) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan, yaitu faktor kedekatan hubungan personal, faktor situasi atau keadaan sosial tuturan dan efisiensi komunikasi.

**Kata kunci:** *Emoticon, Semiotik, Komunikasi Non-Verbal, Media Sosial*

## ABSTRACT

The article is aimed to describe the technological phenomena in social media dealing with non-verbal communication by using the application of *emoticon*. The social media are Facebook (FB) dan Blackberry Messenger (BBM). There is the application of *emoticon* in both social media. The problems that are discussed in the research are to describe the meaning of the *emoticon* and the determinant factors of *emoticon* that are used in social media (FB dan BBM) to express the sender's emotion to the receiver. The theories used to analyze the problems are communication that is divided into two, that is, non-verbal and visual communication, semiotic and social media, FB dan BBM. The data used in the research are the chattings of FB and BBM users. Referential equivalent and pragmatic equivalent methods are used to analyze *emoticon* used by the users of FB and BBM. The findings of the research are that there are some *emoticons* that are often used to express the sender's emotion to the receiver and vise versa. There are three determinant factors of *emoticon* used in FB and BBM to express the sender's emotion to the receiver; they are, proximity of personal relationship, situational or social conditional of the utterance and communication efficiency factors.

**Key words:** *Emoticon, Semiotic, Non-Verbal Communication, Social Media*

## PENDAHULUAN

Istilah *emoticon* atau *emotional and icon* tidak asing lagi bagi masyarakat pengguna media sosial, seperti facebook (FB) dan blackberry messenger (BBM). Begitu populernya *emoticon*, banyak orang menggunakan media tersebut sebagai alternatif komunikasi non verbal dalam percakapan. Mereka menyukai menggunakan *emoticon* dalam *posting*, ataupun pesan mereka karena *emoticon* dinilai dapat mengekspresikan emosi mereka secara lebih jelas. Komunikasi dengan menggunakan *emoticon* dapat mengekspresikan komunikasi non-verbal, seperti senyum, menangis, malu, marah dan sebagainya.

Dengan meningkatnya pengguna FB dan BBM maka *emoticon* digunakan dalam kegiatan berkomunikasi. Komunikasi non-verbal tercipta karena pengguna FB dan BBM menyisipkan ikon-ikon dalam percakapan sebagai bentuk respons pertukaran komunikasi dalam proses menciptakan satu persamaan makna bagi para pengguna

FB dan BBM. Banyak para penggunanya menjadikan layanan kedua media sosial tersebut sebagai sarana komunikasi baik verbal maupun non-verbal karena menggunakan teks dalam menyampaikan pesannya. Selain itu para pengguna layanan ini menggunakan *emoticon* (*emotion icon*) dalam kegiatan *chatting* melalui FB dan BBM. Percakapan tersebut menyisipkan *emoticon* yang dapat mewakili bagaimana keadaan emosi dari lawan yang kita ajak berkomunikasi. Untuk menganalisis sebuah makna yang terkandung dalam sebuah ikon (*emoticon*) dapat diteliti melalui analisis semiotika.

Tanda-tanda kebahasaan terdiri dari bentuk dan makna. Bentuk adalah elemen fisik tuturan, sedangkan bentuk adalah konsep abstrak pengalaman manusia atau wujud nonfisik tuturan. Simbol adalah tanda yang memiliki hubungan konvensional dengan yang ditandainya, seperti *emoticon* dengan yang

dilambangkannya. Zoest mengatakan bahwa kata dengan sesuatu yang ditandainya adalah simbol karena hubungannya bersifat konvensional (1996:9).

Apabila diterapkan pada tanda-tanda bahasa, suatu kumpulan huruf, kata, dan kalimat tidak mempunyai arti apa-apa dalam komunikasi. Tanda-tanda tersebut akan mempunyai arti ketika dimaknai oleh pengirim sebagai pemberi tanda dan pembacanya sebagai penerima tanda. Pembaca sebagai penerima tanda yang akan menghubungkan tanda dengan apa yang ditandakan (*signifie*). Penggunaan *emoticon* yang menyertai tuturan yang dikirimkan oleh pengirim pesan *FB* dan *BBM* bisa memperjelas maksud tuturan dalam komunikasi tersebut.

Penggunaan *emoticon* memungkinkan pengirim pesan untuk mendapat gambaran emosi, sikap maupun pendirian dari pengirim pesan. Hal ini menunjukkan bahwa *emoticon* menunjukkan fungsinya sebagai komunikasi non-verbal. Sebagai alat komunikasi non-verbal, *emoticon* juga bisa mempengaruhi pemahaman pesan yang dikirim. *Emoticon* yang disertakan dalam tuturan mungkin bisa mencegah kesalahpahaman pesan yang dikirimkan, akan tetapi bisa juga malah menciptakan kesalahpahaman mengerti suatu pesan karena *emoticon* yang disertakan dalam tuturan dianggap kurang sesuai.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai bentuk-bentuk *emoticon* sebagai alternatif komunikasi non-verbal menarik untuk dilakukan karena *emoticon* juga bisa berfungsi untuk menekankan makna pada kalimat-kalimat yang diucapkan, menunjukkan perasaan pada orang lain sehingga mereka dapat memahami, dan berguna sebagai pengganti beberapa kata tertentu.

#### Rumusan Masalah

Untuk mengungkap topik mengenai fenomena penggunaan *emoticon* pada *FB* dan *BBM* sebagai alternatif komunikasi *non-verbal* dan ketersediaan emosi pengirim, penulis merumuskan beberapa hal. Rumusan masalah penelitian ini dibagi menjadi dua pembahasan sebagai berikut:

1. Apa maksud *emoticon* yang dipakai pada media sosial (*FB* dan *BBM*) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan?
2. Faktor-faktor apa yang menentukan *emoticon* yang dipakai pada media sosial (*FB* dan *BBM*) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan.

#### Tujuan Penelitian

Berdasarkan topik yang akan dikaji mengenai pemakaian *emoticon* pada *FB* dan *BBM* sebagai alternatif komunikasi *non-verbal* dan ketersediaan emosi pengirim kepada penerima. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendeskripsikan maksud *emoticon* yang dipakai pada media sosial (*FB* dan *BBM*) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan.

2. Mendeskripsikan faktor-faktor penentu *emoticon* yang dipakai pada media sosial (*FB* dan *BBM*) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan.

## KAJIAN PUSTAKA

### Komunikasi

Kehidupan manusia tidak pernah lepas dari apa yang dinamakan dengan komunikasi. Dengan melakukan komunikasi, manusia bisa saling bertukar informasi, gagasan, ide, dan pengalaman. Adanya komunikasi akan membentuk suatu jaringan interaksi yang kompleks bagi manusia. Unsur-unsur dalam proses komunikasi adalah, sumber (komunikator), pesan (*message*), saluran (*channel*) dan penerima (komunikan) serta efek (*effect*) yang ditimbulkannya.

Pearson dan Nelson mengemukakan bahwa komunikasi mempunyai dua fungsi utamanya, yaitu untuk kelangsungan hidup diri sendiri dan untuk menjaga kelangsungan hidup bermasyarakat, dengan membangun hubungan sosial dan mengembangkan keberadaan suatu masyarakat (Mulyana, 2000: 4).

#### 1. Komunikasi Non-Verbal

Komunikasi non-verbal sering dipergunakan untuk menggambarkan perasaan dan emosi. Jika pesan yang diterima melalui sistem verbal tidak menunjukkan kekuatan pesan maka tanda-tanda non-verbal lainnya bisa diterima sebagai pendukung. Komunikasi non-verbal sering disebut dengan komunikasi tanpa kata (karena tidak berkata-kata).

Bahasa non-verbal merupakan salah satu bentuk komunikasi yang sering digunakan dalam presentasi, di mana penyampaian bukan dengan kata-kata ataupun suara tetapi melalui gerakan-gerakan anggota tubuh yang sering dikenal dengan istilah bahasa isyarat atau body language. Selain itu juga, penggunaan bahasa non-verbal dapat melalui kontak mata, penggunaan objek seperti pakaian, potongan rambut, dan penggunaan simbol-simbol.

Melalui komunikasi non-verbal, orang bisa mengambil suatu kesimpulan mengenai berbagai macam perasaan orang: senang, benci, cinta, kangen dan lain-lain. Komunikasi non-verbal sering dipergunakan untuk menggambarkan perasaan dan emosi. Jika pesan yang diterima melalui sistem verbal tidak menunjukkan kekuatan pesan maka tanda-tanda non-verbal lainnya dapat diterima sebagai pendukung. (Liliweri, 1994:89).

#### 2. Komunikasi Visual

Komunikasi visual termasuk salah satu bentuk penyampaian pesan non-verbal artifactual yang memanfaatkan unsur-unsur rupa (contoh: bentuk, warna, komposisi, lambang dan lain sebagainya). Kita



hidup dalam media-media visual yang sangat cepat. Mulai dari yang dua dimensi statis hingga tiga dimensi dinamis. Visual-visual itu mengisi halaman surat kabar, majalah, buku, pakaian, billboard, layar komputer, layar handphone, televisi dan lain lainnya. Salah satunya yang bisa menjadi penanda adalah: *emoticon*.

Tercatat sebagai orang pertama yang menggunakan *emoticon* adalah Scott Fahlman, seorang ahli komputer dari Universitas Carnegie Mellon, Amerika Serikat. Dia mengirim e-mail ke universitasnya yang berisi usulannya mengenai simbol untuk membedakan mana pesan yang serius dan mana pesan yang tidak serius/bercanda. Simbol itu adalah::-) (tidak serius) dan:-((serius).



Gambar 1. Emoticon pada *Facebook*.



Gambar 2. Emoticon pada *Blackberry Messenger*.

Daya tarik dari emoticon tersebut adalah bagaimana emoticon dapat dipersepsi sebagai ekspresi. Persepsi tersebut dapat timbul karena seseorang memasukkan unsur emosi dan perasaannya untuk mengolah sebuah tanda visual.

### Semiotika

Semiotika adalah ilmu yang mempelajari tentang tanda. Ferdinand de Saussure (dalam Zoest: 1992) merumuskan tanda sebagai kesatuan dari dua bidang yang tidak bisa dipisahkan - seperti halnya selembar kertas - yaitu bidang penanda (*signifier*) atau bentuk dan bidang petanda (*signified*): konsep atau makna. Berkaitan

dengan piramida pertandaan ini (tanda-penanda-petanda), Saussure menekankan dalam teori semiotika perlunya konvensi sosial, di antaranya komunitas bahasa tentang makna satu tanda.

Sementara itu, Charles Sanders Pierce (dalam Zoest: 1992) menandakan bahwa kita hanya dapat berpikir dengan medium tanda. Manusia hanya dapat berkomunikasi lewat sarana tanda. Tanda dalam kehidupan manusia bisa tanda gerak atau isyarat. Lambaian tangan yang bisa diartikan memanggil atau anggukan kepala dapat diterjemahkan setuju. Tanda bunyi, seperti tiupan peluit, terompet, genderang, suara manusia, dering telpon. Tanda tulisan, di antaranya huruf dan angka. Bisa juga tanda gambar berbentuk rambu lalu lintas, dan masih banyak ragamnya.

Semiotika adalah studi tentang tanda dan segala yang berhubungan dengannya: cara berfungsinya, hubungannya dengan tanda-tanda lain, pengirimannya, dan penerimaannya oleh mereka yang mempergunakannya. Tanda merupakan sesuatu yang bersifat fisik, bisa dipersepsi indra kita, tanda mengacu pada sesuatu di luar tanda itu sendiri dan bergantung pada pengamatan oleh penggunaannya sehingga bisa disebut tanda. Secara sederhana, tanda cenderung berbentuk visual atau fisik yang ditangkap oleh manusia. Semiotik berusaha menggali hakikat sistem tanda yang beranjak keluar kaidah tata bahasa dan sintaksis dan yang mengatur arti teks yang rumit, tersembunyi, dan bergantung pada kebudayaan. Hal ini kemudian menimbulkan perhatian pada makna tambahan (*connotative*) dan arti penunjukan (*denotative*), kaitan dan kesan yang ditimbulkan dan diungkapkan melalui penggunaan dan kombinasi tanda.

### Media Sosial

Dalam komunikasi sosial, jaringan sosial yang membentuk jaringan komunikasi disebut dengan *social networks and communication*. Jaringan itu merupakan suatu keterkaitan/jalinan yang bersifat khusus yang terjadi antara sejumlah orang yang memberikan makna yang sama terhadap suatu nilai, mempunyai kepentingan tertentu sebagai ciri khasnya. Anggota jaringan sosial tersebut dapat dikenal melalui hubungan serta interaksi sosial yang terbentuk. Perkembangan teknologi mengakibatkan dunia menjadi seolah tanpa batas. Teknologi di bidang informasi memegang peranan penting dalam memajukan kehidupan. Beberapa media sosial yang digunakan antara lain adalah seperti *facebook*, *twitter*, *linkedin*, *google+* dan media sosial lainnya.

Simamora (2006:75) mengatakan bahwa strategi bauran komunikasi pemasaran memadukan iklan, penjualan personal, promosi penjualan, dan publisitas ke dalam sebuah program yang terkoordinasi untuk berkomunikasi dengan para pembeli dan pihak lainnya yang mempengaruhi keputusan pembelian. Hal ini terbukti bahwa *facebook* merupakan salah satu bentuk komunikasi pemasaran yang dapat menciptakan interaksi antara konsumen dengan pemilik usaha.

*Facebook* adalah salah satu layanan jaringan sosial internet yang gratis di mana kita dapat membentuk jaringan dengan mengundang teman kita. Dari jaringan yang kita bentuk, kita dapat memperhatikan aktivitas mereka, mengikuti permainan atau *join game* yang direkomendasikan, menambahkan teman atau jaringan kita berdasarkan organisasi sekolah, daerah domisili kita, dan bisa dibidang fasilitas untuk berteman serta membina kehidupan sosial. *Facebook* pun memiliki fitur dan konten yang sangat variatif dan inovatif (termasuk fitur permainan, *survey*, aplikasi, dan lainnya). Hal ini pula yang menjadikan *Facebook* banyak diminati orang sehingga menjadi media jejaring sosial.

Media sosial selanjutnya adalah *BBM* atau *Blackberry Messenger* merupakan aplikasi instan yang dapat digunakan oleh pengguna *Blackberry* yang dirancang khusus untuk dapat berkomunikasi ataupun berkiriman pesan/file ke sesama pengguna *Blackberry*. *BBM* dapat menampilkan kontak masing-masing pengguna dengan cara memasukkan PIN (*Personal Identification Number*) dari pengguna lain di mana setiap *Blackberry* yang ada masing-masingnya memiliki PIN yang berbeda-beda sebagai ID dari pengguna *Blackberry* tersebut. Uniknya, selain dapat berkomunikasi dengan *chat* ke sesama pengguna *Blackberry*, *BBM* juga memiliki *feature status*.

## METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari sumber data yaitu percakapan atau *chat* pengguna media sosial *FB* dan *BBM*. Media sosial *FB* dan *BBM* dipilih sebagai sumber data karena kedua media sosial tersebut merupakan media sosial yang sangat populer digunakan. Pengguna media sosial *FB* dan *BBM* banyak menggunakan aplikasi *emoticon* untuk sebagai alternatif komunikasi non-verbal.

Populasi data penelitian ini adalah keseluruhan percakapan atau *chat* pengguna media sosial *FB* dan *BBM*. Adapun sampel penelitiannya adalah percakapan atau *chat* pengguna media sosial *FB* dan *BBM* yang menggunakan *emoticon* sebagai alternatif komunikasi non-verbal.

Metode padan referensial dan metode padan pragmatis digunakan untuk menganalisis *emoticon* yang digunakan oleh pengguna media sosial *FB* dan *BBM*. Metode padan referensial diterapkan dalam penelitian ini untuk menentukan jenis-jenis *emoticon* yang dipakai pada media sosial *FB* dan *BBM* dan maksud *emoticon* untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan sebagai alternatif komunikasi non-verbal.

Metode padan pragmatis juga dipilih untuk menginterpretasikan makna berdasarkan faktor eksternal di luar bahasa itu sendiri seperti, konteks, latar, dan penutur. Selain itu, metode padan pragmatis ini juga diterapkan untuk menganalisis faktor-faktor penentu


*emoticon* yang dipakai pada media sosial (*FB* dan *BBM*) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan.

## ANALISIS DATA

*Emoticon* representasi bergambar dari ekspresi wajah dengan menggunakan tanda baca dan huruf, biasanya ditulis untuk mengekspresikan suasana hati seseorang. *Emoticon* sering digunakan untuk memperingatkan seorang responden terhadap maksud atau kemarahan dari sebuah pernyataan, serta dapat mengubah dan memperbaiki interpretasi teks biasa. *Emoticon* dapat dideskripsikan menurut makna penggunaannya dalam komunikasi melalui media sosial *Facebook* (*FB*) dan *Blackberry Messenger* (*BBM*).

Berikut ini adalah beberapa *Emoticon* yang sering dipakai dalam komunikasi melalui media sosial *FB* dan *BBM*:

1. 😊 adalah *smile* atau *emoticon* tersenyum yang biasanya digunakan untuk menunjukkan rasa senang, sebagai contohnya: "Terima kasih ya 😊".
2. 😂 adalah *laugh* atau *emoticon* tertawa yang biasanya digunakan untuk menunjukkan hal-hal yang lucu, sebagai contohnya: "😂 dia pakai topeng power ranger?? Bias ga banyangin?"
3. 😘 adalah *kiss* atau *emoticon* cium yang biasanya digunakan untuk menunjukkan kesan ingin mencium, sebagai contohnya: "I love you 😘".
4. 🤗 adalah *hug* atau *emoticon* peluk yang biasanya digunakan untuk menunjukkan kesan kedekatan pada teman atau mesra terhadap pasangan, sebagai contohnya: "sudah lama tak jumpa 🤗".
5. 😞 adalah *sad* atau *emoticon* sedih yang biasanya digunakan untuk menunjukkan rasa sedih atau simpati terhadap hal tertentu, sebagai contohnya: "aku dengar kamu ga lulus ya 😞".
6. 😍 adalah *love struck* atau *emoticon* yang mengungkapkan rasa cinta atau senang terhadap seseorang atau sesuatu, sebagai contohnya: "terima kasih hadiahnya ya 😍".
7. 🤔 adalah *pensive* atau *thinking*, yaitu *emoticon* yang biasanya digunakan untuk mengungkapkan seseorang yang sedang berpikir akan hal yang akan terjadi, sebagai contohnya: "kira-kira teori tambahannya apa ya, ma'am 🤔".
8. 🤯 adalah *confused* atau *emoticon* yang biasanya digunakan untuk mengungkapkan kebingungan akan sesuatu hal, sebagai contohnya: "La trus saya harus bagaimana ya 🤯?".
9. 🤷 adalah *I dunno* atau *emoticon* yang biasanya digunakan untuk mengungkapkan ketidaktahuan akan

sesuatu hal, sebagai contohnya: “ waduuuu materi UTS morphology apa ya?”

Semakin banyaknya *emoticon* yang berkembang dan pengguna juga semakin banyak menunjukkan keberterimaan *emoticon* di masyarakat sangat tinggi. Menggunakan *emoticon* dalam komunikasi teks dengan mudah dapat menggambarkan emosi si pengirim pesan atau dengan kata lain menyisipkan konteks pesan dalam tulisan. Selain mudah dipelajari, untuk menggunakan *emoticon* tidak diperlukan banyak hal. Kita hanya diminta berimajinasi dengan ikon- ikon dan memahaminya hanya dengan memiringkan kepala sekitar 90 derajat. Hasil inovasi *emoticon* dikembangkan dan disebarluaskan oleh kalangan orang- orang yang mampu merepresentasikan ‘smiley’ dan orang-orang yang mengerti tentang dunia elektronika sehingga perkembangannya cenderung tinggi. Tumbuh kembang *emoticon* disponsori oleh penggunaanya. Dengan si pengirim pesan menyelipkan *emoticon*, otomatis si pengirim telah membuat *emoticon* tersebut dikenal khalayak.

Ada beberapa faktor penentu *emoticon* yang dipakai pada media sosial (*FB* dan *BBM*) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan.

a. Faktor kedekatan hubungan personal




Gaya dalam komunikasi disesuaikan dengan peran dan kedekatan hubungan antar orang yang berkomunikasi. Cara komunikasi tergantung pada peran orang yang berkomunikasi. Cara komunikasi seorang mahasiswa dengan dosennya dengan cara komunikasi antar teman tentu akan berbeda, begitu juga cara komunikasi antara orang tua dan anak. Dalam sebuah komunikasi, manusia bukan hanya melakukan sebuah pertukaran pesan tetapi juga terdapat unsur-unsur penegasan. Ketika seseorang menyampaikan sebuah pesan pada orang lain, orang tersebut memperlihatkan bagaimana dia mempersepsi orang lain dan hubungan mereka, dan masing-masing pihak ingin menerima respons serupa.



Kedekatan personal juga merupakan suatu dimensi lain yang ikut membantu menandai sebuah hubungan. Perkembangan suatu hubungan dapat dipengaruhi oleh waktu karena pengetahuan kita tentang seseorang diperoleh secara perlahan. Seiring berjalannya waktu, komitmen dan kepercayaan dapat terbentuk karena sudah saling mengenal lebih jauh antar pihak yang berkomunikasi. Sebagian besar pengguna *emoticon* sudah paham tentang *emoticon*, mereka merasa lebih akrab jika berkomunikasi dengan menggunakan *emoticon*.

Komunikasi dengan menggunakan kata-kata akan lebih mudah dikendalikan daripada dengan menggunakan bahasa isyarat atau ekspresi wajah. Hal ini disebabkan oleh sifat komunikasi non-verbal yang spontan. Ketika seseorang mendengar berita yang menyenangkan, ekspresi wajahnya cerah ceria, seolah-olah tanpa beban. Namun, bila seseorang

mendengar berita yang kurang menyenangkan yang menyangkut diri sendiri, keluarga atau sahabat, maka dengan cepat ekspresi wajah *emoticon* yang menyertai tuturannya akan mudah berubah menjadi murung, lesu, lemah, sedih dan menangis. Pengirim dan penerima pesan yang memiliki kedekatan personal akan tanpa canggung mengetikkan *emoticon* yang mewakili perasaannya tersebut.

Berikut ini merupakan contoh penggunaan *emoticon* yang dipengaruhi oleh faktor kedekatan personal:

Yonathan : Morning hun   

Nadia : Pagi mbem  

Yonathan : Akhir” ini jarang manggil mbem kamu



Percakapan pada data ini dituturkan oleh Yonathan dan Nadia. Yonathan dan Nadia sudah berpacaran beberapa bulan. Percakapan keduanya disertai dengan beberapa *emoticon* yang menggambarkan kedekatan hubungan mereka. Sapaan pembuka dari Yonathan yaitu ‘Morning hun’ disertai dengan *emoticon* ‘love struck’, ‘kiss’ dan ‘hug’. Sapaan tersebut dibalas oleh Nadia dengan ‘Pagi mbem’ dengan disertai *emoticon* ‘kiss’. Panggilan sayang seperti ‘hun’ dan ‘mbem’ menandakan kedekatan hubungan personal antara penutur dan mitra tutur. Perasaan sayang yang disampaikan dengan penggunaan *emoticon* ‘love struck’, ‘kiss’ dan ‘hug’ dapat mewakili emosi yang ingin disampaikan pengirim pesan pada penerima pesan. *Emoticon* yang menyertai percakapan keduanya ini lazim ditemukan pada percakapan pasangan yang sedang berpacaran.

b. Faktor situasi atau keadaan sosial tuturan

Kegiatan berbahasa dapat terwujud jika ada penutur dan mitra tutur yang terlibat didalamnya. Hal ini menandakan bahwa kegiatan berbahasa adalah aktivitas sosial. Saat berbicara, penutur dan mitra tutur sama-sama menyadari bahwa ada kaidah-kaidah yang mengatur tindakannya, penggunaan bahasanya, dan interpretasi-interpretasinya terhadap tindakan dan ucapan mitra tuturnya. Setiap peserta tindak tutur bertanggung jawab terhadap tindakan dan penyimpangan terhadap kaidah kebahasaan di dalam interaksi lingual itu. Konsep keadaan sosial di sini mengacu kepada berbagai perilaku berbahasa setiap individu, seperti orang tua, saudara, anggota masyarakat sekitar, dalam mendukung pemilihan berbahasa.

Baik pengirim maupun penerima *emoticon* hendaknya memahami pola komunikasi yang sedang mereka gunakan. Pengirim maupun penerima *emoticon* setidaknya mengenali situasi percakapan, apakah dalam pembahasan serius atau santai, dalam situasi formal atau non-formal. Dengan demikian, para pengguna *emoticon* dapat memahami latar-latar yang membentuk pola komunikasi seseorang di media sosial.

Berikut ini merupakan contoh penggunaan *emoticon* yang dipengaruhi oleh faktor situasi atau keadaan sosial tuturan:

Yudha : Mam, saya mau tanya 😊

Dosen : Iya 😊

Yudha : Kira-kira kalau skripsi saya, saya tambahkan teori gimana ya?

Soalnya kemarin teorinya ada yang kurang



Dosen : Boleh. Besok kamu datang konsultasi, kita bicarakan lagi.

Penutur (Yudha) adalah seorang mahasiswa dan mitra tuturnya adalah dosen pembimbing skripsinya. Percakapan dalam media sosial *BBM* ini berlangsung dalam situasi tidak resmi. Yudha menambahkan *emoticon* 'pensieve' yang menampilkan ekspresi sedang termenung berfikir untuk menyertai tuturannya yang bermaksud ingin bertanya. Mitra tutur menanggapi pesan tersebut dengan mengatakan 'Iya' disertai *emoticon* 'smile' yang menunjukkan kesediaannya untuk menjawab pertanyaan Yudha. Yudha menambahkan *emoticon* 'I dunno' untuk mengungkapkan ketidaktauan akan sesuatu hal. Dosen menanggapi Yudha dengan mempersilakannya datang untuk berkonsultasi besok. Penambahan *emoticon* dalam percakapan ini menunjukkan bahwa komunikasi antara dosen dan mahasiswa bisa berada dalam konteks situasi non-formal sehingga penambahan *emoticon* dalam tuturan tidaklah terkesan berlebihan.

#### c. Faktor efisiensi komunikasi

Komunikasi non-verbal dengan menggunakan *emoticon* dapat berfungsi dalam mengulangi pesan teks atau repetisi bagi para pengirim pesan. Penggunaan *emoticon* dapat mewakili dan memperkuat makna pesan-pesan verbal yang dikomunikasikan. Dalam berbicara kadang seseorang dituntut dapat berbicara dengan efisien dengan sarana komunikasi non-verbal. Pilihan kata hendaknya yang tepat, jelas, bervariasi dan mudah dimengerti oleh penerima pesan. Penerima pesan lebih tergugah emosinya dan paham jika diiringi dengan komunikasi non-verbal yaitu *emoticon*.

Komunikasi antara penutur dan mitra tutur akan berjalan lancar jika keduanya merasa senang dalam komunikasi tersebut. Jika komunikasi didasarkan pada suka sama suka maka interaksi antara keduanya akan berjalan lancar dan tidak akan mengalami kekeliruan atau kesalahpahaman. Kondisi seseorang saat berkomunikasi sangat berpengaruh terhadap bentuk komunikasi yang dilakukan. Saat seseorang sedang terburu-buru, marah atau senang, komunikasi tulisan tidak mampu lagi mengakomodasi perasaan

pengirim pesan. Dengan ini, penggunaan *emoticon* bisa dipengaruhi oleh faktor efisiensi komunikasi.

*Emoticon* dapat digunakan untuk menyampaikan emosi pengirim pesan melalui simbol. Ketika sedang merasa bahagia, simbol *emoticon* untuk menggambarkan kebahagiaan disertakan pada pesan yang dikirim di *FB* atau *BBM*. Komunikasi non-verbal dengan menggunakan *emoticon* mudah dipahami artinya bagi pengirim dan penerima pesan karena sifatnya yang efisien. Penyampaian emosi dengan menggunakan *emoticon* terasa lebih nyaman karena pengirim pesan bisa menulis pesan secara singkat ditambah simbol-simbol seperti sedang bahagia, serius atau bercanda tanpa harus mengekspresikan perasaannya melalui kata-kata verbal dan pihak penerima pesan juga dapat menangkap artinya dengan cepat.

Berikut ini merupakan contoh penggunaan *emoticon* yang dipengaruhi oleh faktor efisiensi komunikasi:

Yonathan : 😊

Nadia : 😞 😭 😞 😞

Yonathan : Wait for me 😊

Penutur (Yonathan) mengawali interaksi pesan di *BBM* dengan mengirim *emoticon* smiley, tanpa pesan dengan kata-kata verbal, yang bermaksud untuk mengekspresikan senyuman pada Nadia. Mitra tutur (Nadia) membalas hanya dengan menggunakan sederet *emoticon* yang menggambarkan ekspresi wajah sedih, murung, sakit dan sedih. Pesan Nadia pada Yonathan merupakan bentuk efisiensi komunikasi. Tanpa menuliskan pesan dengan kata-kata, Nadia ingin mengkomunikasikan keadaannya, bahwa ia sedang sedih dan murung karena sedang tidak enak badan atau sakit. Pesan dengan hanya menampilkan emosi Nadia sederet *emoticon* tersebut bisa diterima maksudnya dengan baik oleh Yonathan. Hal ini terlihat dari balasan Yonathan 'Wait for me', yang menyiratkan Yonathan akan datang untuk menjemput Nadia.

Kompleksitas makna dalam suatu *emoticon* dipandang bisa mewakili beragam emosi. Penggunaan *emoticon* sebagai alternatif komunikasi non-verbal bisa dianggap sebagai ekspresi berlebihan serta berpotensi menimbulkan pemahaman ambigu dan kecurigaan pada penerima pesan. Dengan demikian, baik pengirim maupun penerima *emoticon* hendaknya memahami pola komunikasi yang sedang mereka gunakan saat berkirim pesan di media sosial dengan menyadari kedekatan hubungan personal dan mengenali apakah percakapan itu adalah suatu pembahasan serius atau santai, sebagaimana banyak terjadi.

## KESIMPULAN

Setiap individu dalam berkomunikasi pasti mengharapkan tercapainya tujuan dari komunikasi tersebut. Secara umum tujuan komunikasi adalah mengharapkan adanya umpan balik yang diberikan oleh lawan berbicara kita, serta semua pesan yang kita sampaikan dapat diterima oleh lawan bicara kita dan adanya efek yang terjadi setelah melakukan komunikasi tersebut. Pada jaman globalisasi seperti sekarang ini, komunikasi tidak hanya terjadi secara langsung. Dengan berkembangnya teknologi, komunikasi bisa terjadi melalui media sosial, seperti *facebook* (FB) dan *blackberry messenger* (BBM). Para pengguna media sosial tersebut pasti mengetahui apa itu *emoticon*. *Emoticon* merupakan bagian dari elemen bahasa dalam komunikasi. *Emoticon* berupa simbol dari ekspresi emosi pengirim yang merepresentasikan makna tertentu.

Ada beberapa *emoticon* yang sering dipakai oleh para pengguna FB dan BBM, yaitu *smile* 😊, *laugh* 😂, *kiss* 😘, *hug* 🤗, *sad* 😞, *love struck* 😍, *pensive* 😏, *confused* 😕 dan *I dunno* 🤔. *Emoticon* tersebut sering dipakai pada media sosial (FB dan BBM) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima

pesan. Keseringan menggunakan *emoticon* tersebut menimbulkan faktor-faktor penentu *emoticon* yang dipakai pada media sosial (FB dan BBM) untuk mengungkapkan emosi pengirim kepada penerima pesan. Berdasarkan data percakapan FB dan BBM, ada tiga faktor penentu *emoticon*, yaitu faktor kedekatan hubungan personal, faktor situasi atau keadaan sosial tuturan dan efisiensi komunikasi. Penggunaan *emoticon* dalam percakapan melalui media sosial bisa menghindari kesalahpahaman yang terjadi ketika para penulis pesan hanya mengungkapkan emosinya melalui tuturan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. zoest, Aart Van dan Panuti Sidjiman. **Serba-Serbi Semiotika**. Jakarta. 1996: 9.
2. Mulyana, Deddy. **Ilmu Komunikasi: Suatu Pengantar**. Bandung. 2000: 4.
3. Liliweri, Alo. **Komunikasi Verbal dan Nonverbal**. Bandung. 1994: 89.
4. Simamora, Bilson. **Memenangkan Pasar dan Pemasaran**. 2006: 75.
5. [http://www.academia.edu/10208799/DESAIN\\_EMOTICON\\_DALAM\\_KOMUNIKASI\\_INTERAKTIF](http://www.academia.edu/10208799/DESAIN_EMOTICON_DALAM_KOMUNIKASI_INTERAKTIF), diakses 23 April 2015.
6. <https://gogorbangsa.wordpress.com/2014/02/>, diakses 25 April 2015.



# Pemanfaatan Aplikasi Open Source untuk Scientific Repository Perguruan Tinggi

## The Utilization of Open Source Applications for Scientific Repository College

Ilham Arnomo  
Universitas Hang Tuah

### ABSTRAK

Penelitian ini merupakan hasil pendekatan *experimental* tentang pemanfaatan aplikasi berbasis open source untuk *scientific repository* perguruan tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menjelaskan tentang aplikasi *Senayan Library Management System* dapat dimanfaatkan sebagai aplikasi *scientific repository* pada perguruan tinggi. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan *experimental*, di mana peneliti langsung melakukan uji coba instalasi aplikasi *Senayan Library Management System* dan aplikasi *Eprints* (sebagai pembanding aplikasi yang sejenis) hingga tahap analisa user interface dari kedua aplikasi berbasis open source tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *Senayan Library Management System* mempunyai kesamaan pada fitur dan user interface yang tersedia pada aplikasi *Eprints*. Sehingga telah dapat dibangun sebuah sistem pengelolaan karya ilmiah dan hasil penelitian berbasis web yang dapat di akses secara online melalui koneksi internet, yang mana dapat memudahkan untuk mempublikasikan dan menyebarkan karya ilmiah dengan mudah, cepat dan murah. Dan juga memudahkan bagi pengguna yang bertujuan untuk mencari referensi ilmiah secara mudah, cepat dan murah.

**Kata kunci:** Aplikasi, Open Source, Scientific Repository, Perguruan Tinggi

### ABSTRACT

This study is the result of an experimental approach based on the use of open source applications for scientific repository college. The purpose of this study is to investigate and explain the application *Senayan Library Management System* can be used as a repository of scientific applications in higher education. The method used is the experimental approach, in which researchers directly tested the application installation *Senayan Library Management System* and *Eprints* (as opposed to similar applications) to the analysis stage user interface of both applications are based on open source. The results showed that the application *Senayan Library Management System* have in common on the features and user interface is available in *Eprints*. So it has been able to build a scientific work management system and web-based research results that can be accessed online via an Internet connection, which can make it easier to publish and disseminate scientific work easily, quickly and inexpensively. And also makes it easy for users looking to capture scientific references easily, quickly and inexpensively.

**Key words:** Application, Open Source, Scientific Repository, College

### PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi yang ada saat ini ikut memberikan kontribusi dalam pengembangan bidang pendidikan khususnya di perguruan tinggi. Salah satu kegiatan yang paling utama adalah penelitian. Dalam melaksanakan kegiatan penelitian sangat membutuhkan media publikasi yang mudah diakses dan disebarluaskan kepada semua masyarakat. Tujuan dari publikasi hasil penelitian adalah untuk keterbukaan informasi tentang hal-hal baru atau penemuan metode-metode baru dalam berbagai bidang ilmu yang dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan suatu permasalahan ataupun untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan. Hal ini sesuai dengan Surat Edaran dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Nomor 152/E/T/2012 tentang publikasi karya ilmiah, yang mana setiap calon lulusan jenjang pendidikan sarjana hingga doctoral diwajibkan untuk menghasilkan karya ilmiah dan diterbitkan atau dipublikasikan dalam jurnal ilmiah

perguruan tinggi yang terakreditasi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Oleh karena itu dengan memanfaatkan kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk publikasi karya ilmiah perguruan tinggi yang mudah diakses dan disebarluaskan kepada masyarakat, maka perlu sebuah aplikasi *scientific repository* berbasis web. Dengan memanfaatkan aplikasi *scientific repository* ini, masalah penyampaian informasi hasil penelitian dengan cepat dan mudah dapat dipecahkan, terutama untuk memangkas waktu penerbitan hasil penelitian yang selama ini sudah berjalan melalui media cetak.

Ketersediaan berbagai perangkat lunak yang bersifat *open source* serta deklarasi gerakan Indonesia *Go Open Source* (IGOS) merupakan landasan yang kuat dalam pengembangan aplikasi *scientific repository* dengan menggunakan aplikasi yang bersifat open source. Pada tulisan ini, akan dibahas penggunaan *tools open source* dalam memudahkan publikasi dan penyebaran hasil penelitian. *Tools open source* tersebut umumnya tidak membayar dan terbuka bagi setiap pengembang

aplikasi untuk mengembangkan, memodifikasi atau mengintegrasikan dengan aplikasi lain. *Tools open source* yang dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai aplikasi *scientific repository* adalah SLiMS (*Senayan Library Management System*).

TINJAUAN TEORI

Open source

Open source merupakan sebuah metode pengembangan perangkat lunak yang memanfaatkan kekuatan dari pengembang yang tersebar dengan latar belakang yang berbeda-beda dan proses yang transparan. Dengan open source diharapkan dapat dihasilkan perangkat lunak yang berkualitas, andal, fleksibel, murah dan mengakhiri keterikatan terhadap vendor tertentu yang berbayar. Beberapa lisensi yang sering ditemukan pada perangkat lunak *open source* antara lain: GNU Public License (GPL), Apache License, Mozilla Public License (MPL), dll. Berikut ini beberapa kriteria sebuah perangkat lunak dapat dikatakan perangkat lunak yang *open source*: 1. Didistribusi secara gratis, tidak melarang untuk menjual atau memberikan perangkat lunak tersebut sebagai komponen dari pengembangan perangkat lunak lain; 2. Program harus disertakan dengan source code dan diperbolehkan untuk didistribusikan termasuk kode yang telah dikompilasi; 3. Melarang untuk mendistribusikan source code dalam format yang telah dimodifikasi saja, tanpa source code asli dari pembuatnya; 4. Melarang adanya diskriminasi penggunaan program bagi perorangan atau kelompok; 5. Melarang adanya diskriminasi penggunaan program bagi bidang tertentu (bisnis, research, edukasi, dll); 6. Lisensi tidak mengharuskan semua program yang didistribusi pada medium yang sama harus merupakan perangkat lunak yang open source

Scientific Repository

*Scientific Repository* adalah tempat penyimpanan karya ilmiah yang berbasis aplikasi web, yang mana didalamnya banyak menawarkan fitur kemudahan untuk memasukkan data hasil penelitian, mengelolanya hingga pengaturan hak akses data hasil penelitian tersebut. Dalam aplikasi *scientific repository* ini hak akses data hasil penelitian dapat disesuaikan dengan permintaan dari penulis atau peneliti agar ada batasan hak akses atau download content pada data hasil penelitian, misalnya peneliti hanya mengijinkan hak akses data hasil penelitiannya berupa ringkasannya saja, sehingga dapat menghindari tindakan plagiasi dari pengutip data hasil penelitian tersebut.

SLiMS (Senayan Library Management System)

SLiMS (*Senayan Library Management System*) adalah perangkat lunak sistem manajemen perpustakaan (*library*

*management system*) sumber terbuka yang dilisensikan di bawah GPL v3. Aplikasi web (yang awalnya) yang dikembangkan oleh tim dari Pusat Informasi dan Humas ini dibangun dengan menggunakan basis data MySQL, dan pengontrol versi Git. Pada tahun 2009, Senayan memenangi INACTA 2009 untuk kategori *open source*.

Lisensi SLiMS (Senayan Library Management System)

Karena pertama kali dikembangkan dengan dana APBN, maka untuk menjamin agar SLiMS bisa digunakan, didistribusikan dan dimodifikasi dengan bebas oleh seluruh rakyat Indonesia, SLiMS dirilis dengan lisensi GNU General Public License versi 3.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah pendekatan *experimental*, yang mana peneliti melakukan percobaan langsung aplikasi SLiMS mulai dari tahap instalasi, *entry data* hingga analisa penggunaan fitur pada aplikasi SLiMS. Dan juga mencoba langsung aplikasi sejenis yaitu Eprints dengan melakukan tahap percobaan yang sama dengan aplikasi SLiMS, sehingga peneliti dapat melakukan perbandingan secara langsung di antara kedua aplikasi open source tersebut, terutama dari segi *user interface* pada masing-masing aplikasi.

Sedangkan bahan penelitian yang digunakan meliputi:

- 1. Pengumpulan data tentang pengertian Open Source, *Scientific Repository* dan SLiMS (*Senayan Library Management System*) dari referensi website.
- 2. a. Download aplikasi dan panduan instalasi aplikasi SLiMS pada halaman web: [http://slims.web.id/goslims/\(3\)](http://slims.web.id/goslims/(3))  
b. Download aplikasi dan panduan instalasi aplikasi Eprints pada halaman web : [http://www.eprints.org/uk/\(4\)](http://www.eprints.org/uk/(4))
- 3. Instalasi aplikasi SLiMS dan Eprints, dengan kebutuhan perangkat pendukung aplikasi sebagai berikut:
  - a. Perangkat Lunak yang digunakan meliputi:

SLiMS	Eprints
<ul style="list-style-type: none"><li>– Windows 7</li><li>– XAMPP</li><li>– Notepad++</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Windows 7, Apache 2.0 or later, MYSQL 5 or later, ModPerl 2.0 or later</li><li>– Dan juga instalasi software pendukung lainnya seperti: Image magick, xpdf, GNU Win32 tools</li></ul>

- b. Perangkat keras yang digunakan meliputi:
  - Personal Computer
  - Koneksi jaringan internet

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Halaman Depan

Halaman ini menampilkan: Nama Aplikasi, Nama Institusi Perguruan Tinggi, Daftar Hasil Penelitian yang di publish, dan Kolom Pencarian Cepat Judul Penelitian atau Nama Peneliti. (Gambar 1)

### Halaman Publikasi Karya Ilmiah

Halaman ini menampilkan keterangan: judul karya ilmiah atau hasil penelitian, sampul depan, nama pengarang atau peneliti, jenis karya ilmiah (Skripsi, Tesis, Disertasi atau lainnya), tentang penerbitan karya ilmiah (tempat, tahun dan penerbit) serta berisi link lampiran file karya ilmiah (*full text pdf file*) yang dapat di baca ataupun di unduh langsung (tentunya sesuai dengan hak akses yang dikehendaki penulis atau peneliti). (Gambar 2 dan 3)

### Halaman Login

Halaman ini merupakan akses masuk untuk akun administrator dan akun kelompok pengguna lain, misal: mahasiswa yang berkepentingan untuk unggah karya ilmiah secara mandiri. (Gambar 4)

### Halaman Administrator

Halaman ini merupakan akses pengelolaan data hasil penelitian yang akan maupun yang telah diunggah. Selain itu halaman ini juga dilengkapi fitur pengelolaan keanggotaan beserta pengaturan hak aksesnya, fitur pengelolaan tampilan aplikasi *scientific repository*, serta fitur laporan pengelolaan data. (Gambar 5)

### Halaman Kelompok Pengguna

Halaman ini untuk membuat kelompok pengguna baru misal: mahasiswa yang bertujuan untuk unggah karya ilmiah secara mandiri melalui login akunnya sendiri. Untuk pengaturan hak akses sebagai pengguna (mahasiswa) cukup centang modul Karya Ilmiah (Read & Write), karena nantinya mahasiswa hanya dibatasi untuk unggah karya ilmiah saja. (Gambar 6)

### Halaman Sistem Pengguna Baru

Halaman ini untuk membuat akun pengguna baru yang nantinya akan digunakan untuk unggah karya ilmiah secara mandiri. Isi form sesuai dengan format yang disediakan dan centang jenis kelompok pengguna (mahasiswa) yang telah dibuat dahulu. (Gambar 7)

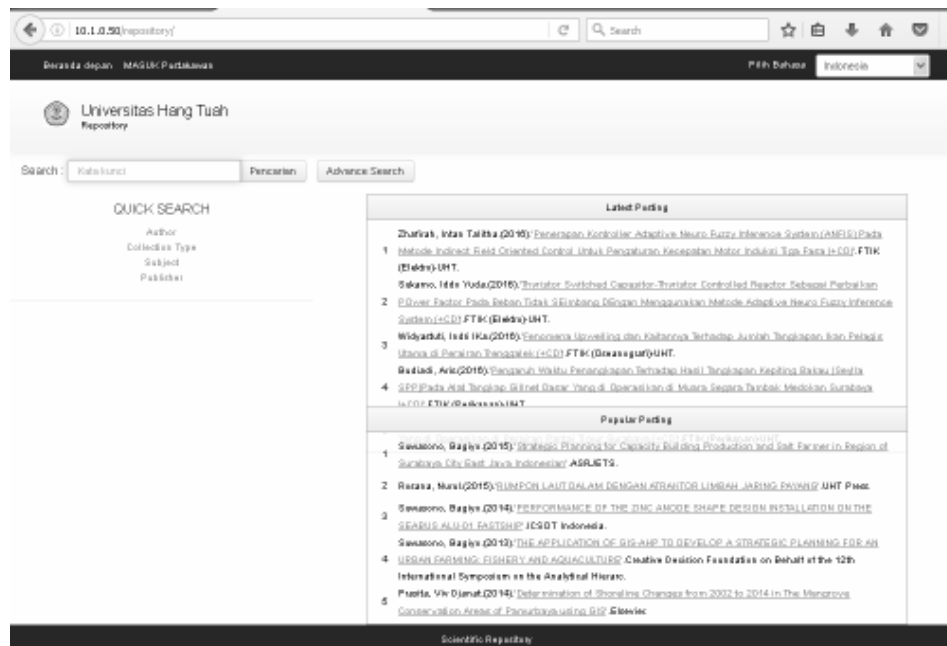
### Halaman Administrator Kelompok Pengguna Baru (Mahasiswa)

Halaman ini digunakan untuk unggah karya ilmiah secara mandiri dengan login melalui akun privatenya. (Gambar 8)

## PEMBAHASAN SISTEM

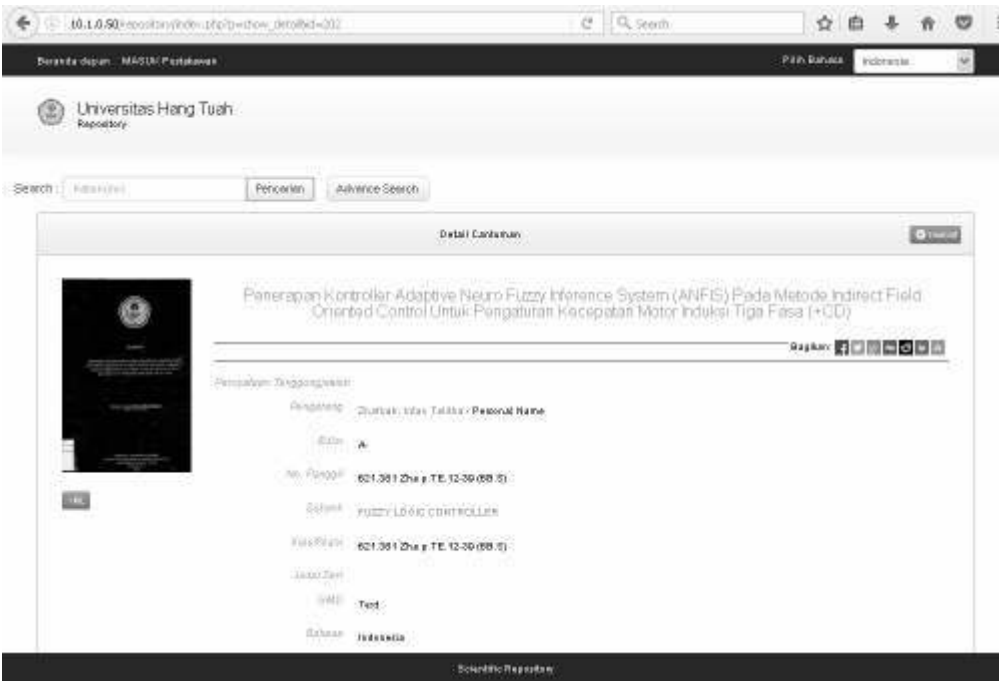
Pembahasan sistem aplikasi *scientific repository* yang diterapkan pada pengelolaan publikasi karya ilmiah atau karya penelitian di Universitas Hang Tuah:

1. Pengguna yang pertama adalah admin yang mempunyai hak akses penuh dalam entry data karya ilmiah dan pengelolaannya, pengelolaan keanggotaan

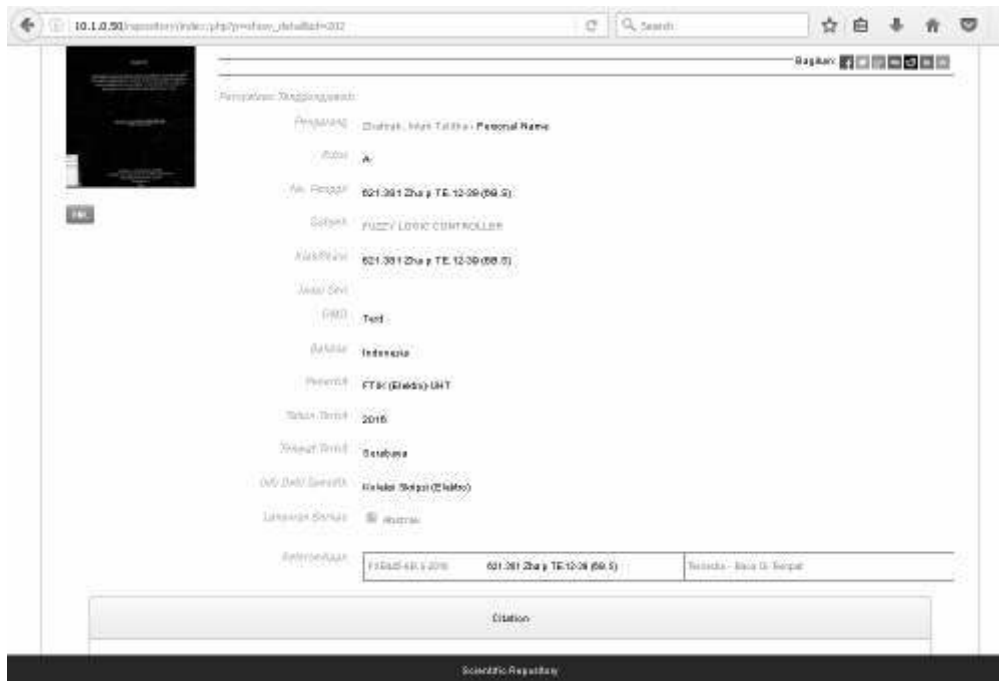


Gambar 1. Halaman Depan.

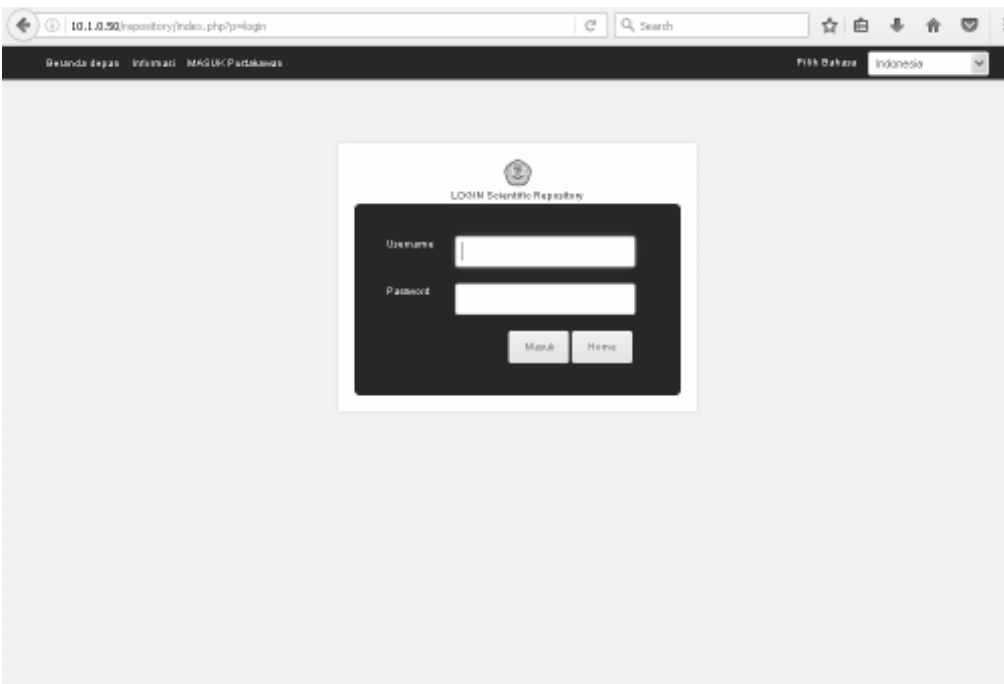




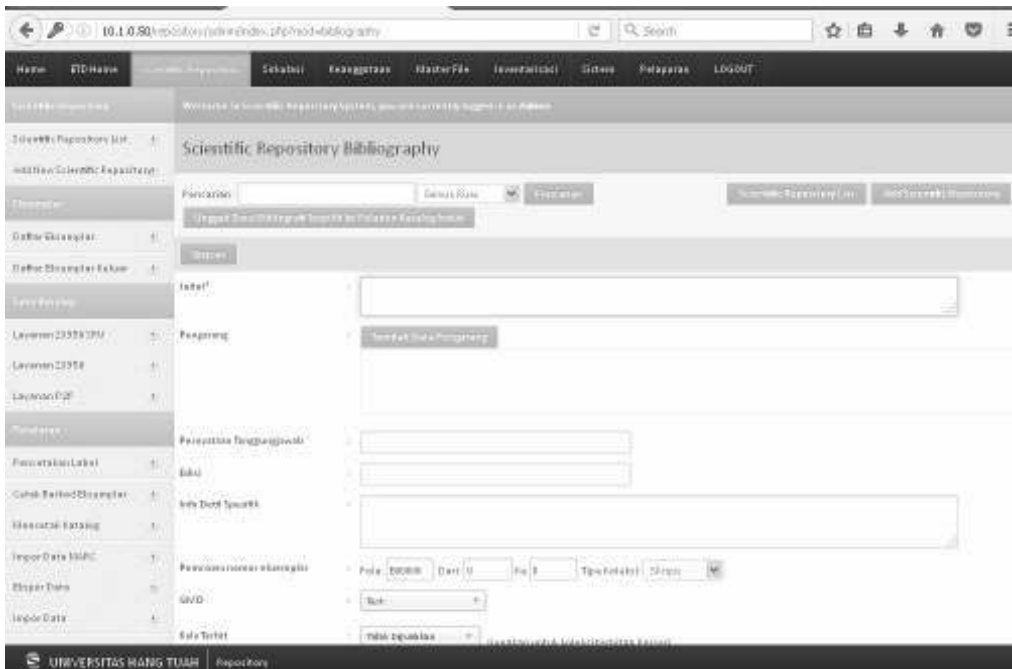
Gambar 2. Halaman Tampilan Keterangan Karya Publikasi Karya Ilmiah.



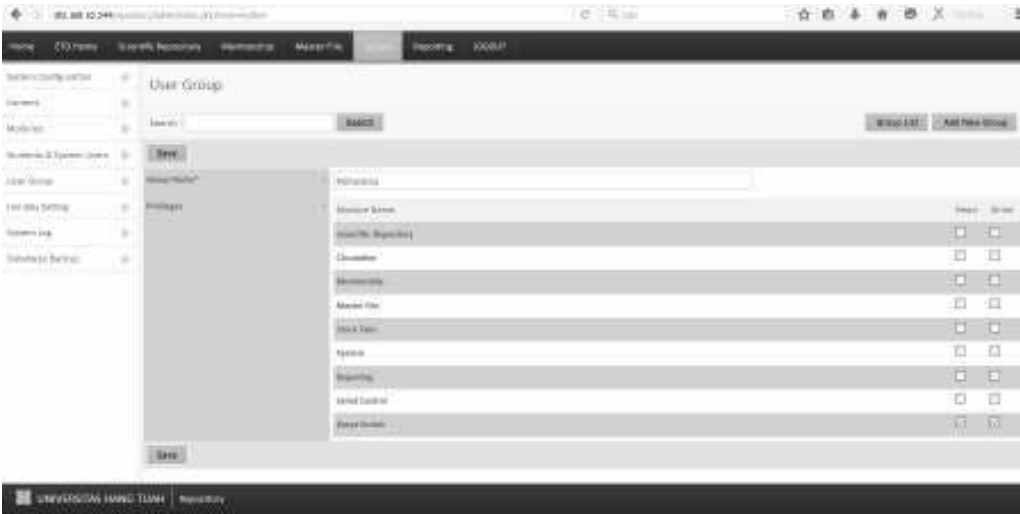
Gambar 3. Halaman Tampilan Keterangan Karya Ilmiah.



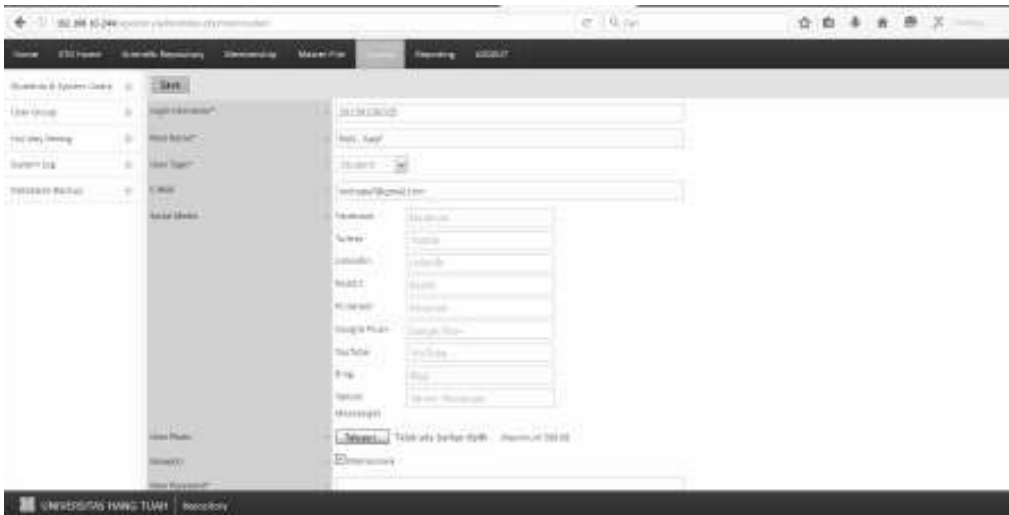
Gambar 4. Halaman Login.



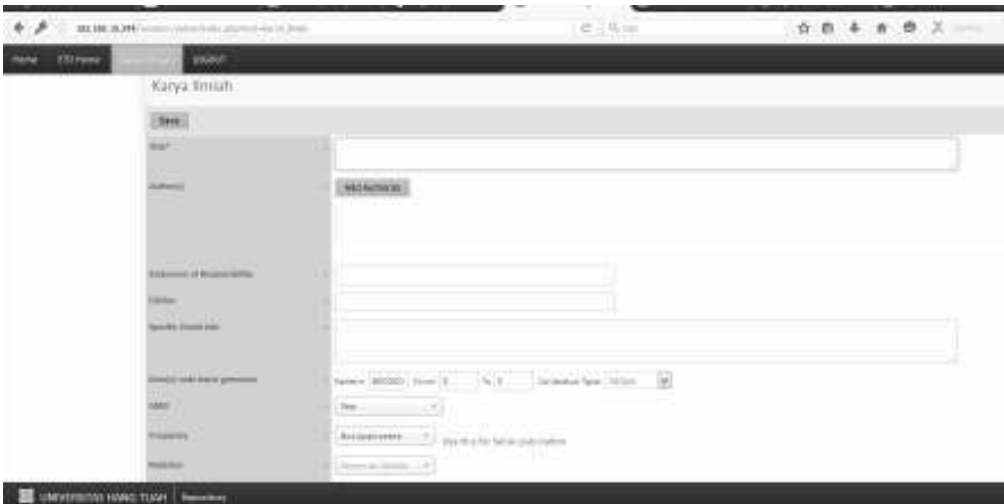
Gambar 5. Halaman Administrator.



Gambar 6. Halaman Membuat Kelompok Pengguna Baru dan Pengaturan Hak Aksesnya.



Gambar 7. Halaman Membuat Pengguna Baru dan Pengaturan Hak Aksesnya.



Gambar 8. Halaman Administrator Kelompok Pengguna Baru (Mahasiswa).

yang ingin mengakses atau unduh karya ilmiah yang telah dipublikasikan. Selain itu admin juga mempunyai hak akses penuh dalam pengelolaan teknis lainnya pada aplikasi *scientific repository* ini.

2. Pengguna yang kedua adalah kelompok pengguna lain yang dapat memiliki akun administrator untuk unggah karya ilmiah dalam aplikasi *scientific repository* ini, misal: Mahasiswa atau Dosen.
3. Pengguna yang ketiga adalah pengguna lain (user atau pembaca) yang memanfaatkan aplikasi *scientific repository* ini untuk akses dan unduh karya ilmiah yang telah dipublikasikan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan selama instalasi sampai implementasi aplikasi *scientific repository* ini maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Telah dibuat sebuah sistem pengelolaan karya ilmiah dan hasil penelitian berbasis web yang dapat di akses secara online melalui koneksi internet, yang mana

dapat memudahkan untuk mempublikasikan dan menyebarluaskan karya-karya baru (bagi penulis atau peneliti) dengan mudah, cepat dan murah (gratis). Dan juga memudahkan bagi pengguna yang bertujuan untuk mencari referensi ilmiah secara mudah, cepat dan murah (gratis).

2. Aplikasi *scientific repository* juga dibuat untuk kepentingan memperkenalkan profil sivitas akademika beserta karya-karyanya kepada masyarakat, sehingga secara tidak langsung akan menaikkan kredibilitas sebuah perguruan tinggi dalam menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Io, Billion dan Gozali, Ferrianto. **Pemanfaatan Teknologi Open Source Dalam Pengembangan Proses Belajar Jarak Jauh di Perguruan Tinggi**. Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI) Volume 1, Nomor 1, Maret 2012.
2. SLiMS. **Sejarah SLiMS dan Lisensinya**. Available from: URL: <http://slims.web.id/web/?q=node/70>. Accessed March 23, 2016.

# Persepsi Konsumen dalam Pembelian Rumah Sederhana di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya

Djojo Diharjo dan Dwi Prasetyo Yudo  
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

## ABSTRAK

*Tipe rumah yang dibangun oleh developer tampaknya belum seluruhnya sesuai dengan keinginan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan kondisi eksisting perkembangan profile konsumen; mendiskripsikan persentase respons perubahan atau penambahan bentuk rumah dan fasilitas apa saja yang diinginkan oleh konsumen; mendiskripsikan persepsi konsumen dalam menilai kualitas produk rumah dan fasilitas umum yang tersedia; menganalisis pengaruh variabel kualitas produk rumah dan fasilitas umum secara simultan dan parsial terhadap persepsi kualitas perumahan; menganalisis hubungan antara profile konsumen dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan bentuk rumah dan menganalisis hubungan antara persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan bentuk rumah. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan bentuk kuesioner. Pengambilan sampel dilakukan dengan stratified random sampling berdasarkan tipe rumah dengan sampel 45 pemilik rumah. Metode analisis yang digunakan adalah tabulasi dengan nilai skor skala likert, analisis model regresi linier berganda, analisis chi square dan korelasi spearman rank. Hasil penelitian menyatakan bahwa kualitas produk rumah, lingkungan dan fasilitas umum secara bersama-sama berpengaruh signifikan/nyata terhadap persepsi kualitas perumahan, secara parsial kualitas produk rumah dan fasilitas umum berpengaruh positif terhadap persepsi kualitas perumahan, sedangkan keadaan lingkungan tidak mempengaruhi persepsi kualitas perumahan; pendidikan berpengaruh negatif terhadap persepsi kualitas perumahan; pendidikan tidak berpengaruh nyata terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah; pendapatan seseorang berpengaruh negatif terhadap persepsi kualitas perumahan; pendapatan konsumen tidak berpengaruh terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah; persepsi kualitas perumahan berpengaruh positif terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah.*

**Kata kunci:** persepsi kualitas perumahan, respons konsumen, kualitas produk rumah, fasilitas umum

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Penelitian

Salah satu kebutuhan pokok masyarakat adalah kebutuhan papan yang dapat disebut rumah. Kebutuhan masyarakat akan rumah merupakan suatu tuntutan pokok terbesar selain pangan dan sandang (pakaian). Telah kita ketahui bahwa perkembangan jumlah penduduk dengan luas areal yang tetap, akan mengakibatkan nilai tanah yang semakin tinggi. Sehubungan dengan hal tersebut diatas akan berakibat terhadap bahan bangunan yang berhubungan linier dengan nilai rumah.

Dalam usaha untuk mendapatkan rumah untuk tempat tinggal keluarga, para konsumen membutuhkan pertimbangan, antara lain kemudahan, kepraktisan serta atribut lain yang sangat berpengaruh terhadap keputusan konsumen. Sikap keputusan konsumen terhadap suatu produk yang ditawarkan adalah merupakan hasil evaluasi secara keseluruhan (Engel, *et al.*, 1994).

Demikian pula dikatakan bahwa untuk mengukur sikap seorang konsumen digunakan model sikap multi atribut yang menggambarkan rancangan berharga untuk memeriksa hubungan di antara pengetahuan produk yang dimilikinya.

Perilaku konsumen secara teoritis sangat dipengaruhi oleh faktor budaya, sosial, pribadi dan psikologi (Kotler, 1997). Seorang konsumen tentu saja dalam menentukan pilihan kualitas rumah sangat dipengaruhi antara lain

keadaan rumah, termasuk kualitas serta sarana penunjang berupa fasilitas umum.

Sehubungan dengan sikap konsumen tersebut diatas, terdapat berbagai macam persepsi konsumen dalam menilai kualitas produk rumah dan fasilitas umum. Kepuasan konsumen dalam memiliki rumah, baik kualitas maupun keadaan fasilitas umumnya merupakan suatu pertimbangan yang sangat penting bagi pengambil keputusan dalam membangun perumahan, terutama tipe rumah sederhana.

### Perumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah kualitas produk rumah, lingkungan dan fasilitas umum secara simultan dan parsial berpengaruh terhadap persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya?
2. Bagaimana hubungan antara pendidikan konsumen dengan persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya?
3. Bagaimana hubungan antara pendapatan konsumen dengan persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya?
4. Bagaimana hubungan antara pendidikan konsumen dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya?

5. Bagaimana hubungan antara pendapatan konsumen dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya?
6. Bagaimana hubungan antara persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah?

#### Tujuan Penelitian

Berkaitan dengan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

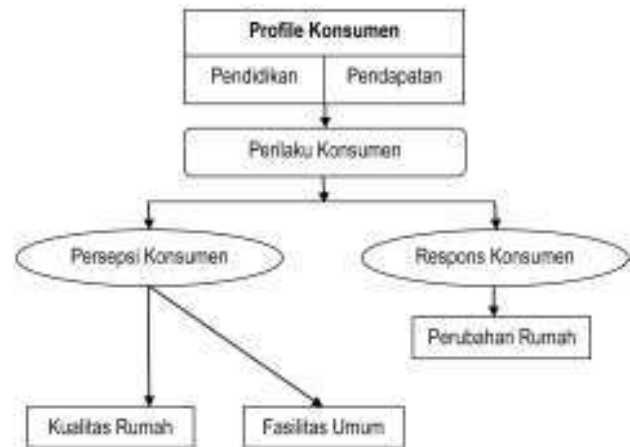
1. Menganalisis pengaruh variabel kualitas produk rumah, lingkungan dan fasilitas umum secara simultan dan parsial terhadap persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya.
2. Menganalisis hubungan antara pendidikan konsumen dengan persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya.
3. Menganalisis hubungan antara pendapatan konsumen dengan persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya.
4. Menganalisis hubungan antara pendidikan konsumen dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya.
5. Menganalisis hubungan antara pendapatan konsumen dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya.
6. Menganalisis hubungan antara persepsi kualitas Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya dengan respons konsumen dalam melakukan perubahan bentuk rumah?

#### KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

##### Kerangka Pemikiran

Dari uraian latar belakang, hasil penelitian terdahulu, teori tentang persepsi dan perilaku konsumen, kualitas produk rumah dan HOMBSAT (*Home-Buyer Satisfaction*) maka dapat dibuat suatu kerangka pemikiran lihat pada gambar 1.

Menurut Umar (2000) perilaku konsumen tidak dapat secara langsung dikendalikan oleh perusahaan, sehingga perlu dicari informasi semaksimal mungkin. Dikatakan pula bahwa perilaku konsumen dibagi menjadi dua, yaitu perilaku yang tampak dan perilaku yang tidak tampak. Persepsi merupakan perilaku yang tidak tampak, demikian pula ingatan terhadap informasi dan perasaan kepemilikan oleh konsumen, sedangkan respons merupakan perilaku yang tampak. Secara skematis uraian tersebut diatas, dapat diringkas sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Kerangka Pemikiran Penelitian.

##### Hipotesis

Berikut tolak dari permasalahan dan kerangka pemikiran sebelumnya, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Kualitas produk rumah, lingkungan dan fasilitas umum secara bersama-sama atau secara partial berpengaruh signifikan terhadap persepsi kualitas perumahan atau kepuasan umum konsumen.
2. Pendidikan konsumen berpengaruh terhadap persepsi kualitas perumahan.
3. Pendidikan konsumen berpengaruh terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah.
4. Pendapatan konsumen berpengaruh terhadap persepsi kualitas perumahan.
5. Pendapatan konsumen berpengaruh terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah.
6. Persepsi kualitas perumahan berpengaruh terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan/penambahan bentuk rumah.

#### METODE PENELITIAN

##### Penentuan Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pemilik yang menghuni rumah dengan tiga macam tipe, yaitu 21, 27, 36, dan 45 yang rumahnya mengalami perubahan bentuk dari bangunan asli yang dibuat developer, dilakukan dengan cara sensus. Metode pengambilan sampel dilaksanakan dengan *Metode Stratified Random Sampling*. Cara ini digunakan pada populasi yang heterogen. Dengan rumus penentuan sampel tersebut diatas, maka jumlah sampel secara keseluruhan ditentukan 26 pemilik rumah. Berdasarkan pertimbangan standar deviasi yang semakin kecil, maka jumlah sampel

dibesarkan menjadi 45 responden kemudian dibagi secara proposional pada tia-tiap strata.

Metode Pengumpulan dan Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara teknik komunikasi yang dilakukan dengan wawancara serta pengisian kuesioner terhadap seluruh responden dari konsumen dalam hal ini adalah pemilik rumah untuk tipe (T27, T36, dan T45) dan observasi dalam bentuk pengamatan langsung di lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi riil perumahan. Dalam penelitian ini sasaran respondennya adalah langsung dengan bentuk kuesioner kombinasi antara isian dan pilihan. Untuk data sekunder diperoleh dari lembaga terkait, serta literatur-literatur yang terkait. Metode penyebaran kuesioner adalah bertemu langsung dan wawancara kepada responden.

Metode Analisis Data

Dalam pengolahan data yang diperoleh dari proses pengumpulan data dilakukan dengan bantuan Program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 12.0.

1. Analisis Data Sebagai Pembuktian Hipotesis ke 1

Untuk menganalisis tujuan pertama, selaras dengan pembuktian hipotesis ke-1 dengan menggunakan uji F dan uji t pada model regresi. Secara umum model regresi tersebut ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + ... + \beta_nX_n + e$$

Keterangan: Y = Persepsi/kepuasan umum  
X<sub>n</sub> = Variabel bebas ke-n  
α = Bilangan konstanta  
β<sub>n</sub> = Koefisien regresi dari variabel bebas ke-n  
e = Standar error

2. Analisis Data Sebagai Pembuktian Hipotesis ke 2 – ke 6

Untuk membuktikan hipotesis ke 2 – ke 6 dengan menggunakan model hubungan kecenderungan (Chi Square/X<sup>2</sup>) dan model korelasi spearman rank.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Analisis Pembuktian Hipotesis

Hipotesis	Nilai	Asymp. Sig	Spearman's Correlation	Terima/tolak Hipotesis
Pengaruh Pendidikan terhadap Persepsi Kualitas Perumahan	9,007	0,067*	-0,042	Tolak Ho
Pengaruh Pendidikan terhadap Respons Konsumen dalam melakukan perubahan Rumah	8,653	0,372	-	Terima Ho
Pengaruh Pendapatan terhadap Persepsi Kualitas Perumahan	15,000	0,02*	-0,094	Tolak Ho
Pengaruh Pendapatan terhadap Respons Konsumen dalam Melakukan perubahan Rumah	14,548	0,267	-	Terima Ho
Pengaruh Persepsi Kualitas Perumahan terhadap Respons Konsumen dalam melakukan perubahan Rumah	14,019	0,081*	0,258	Tolak Ho

Sumber: Pengolahan Hasil Analisis dengan taraf kepercayaan 90% (α = 0,10)

- Chi Square  
Kaidah Pengambilan Keputusan  
Jika X<sup>2</sup><sub>hitung</sub> > X<sup>2</sup> tabel → tolak H<sub>0</sub> (ada hubungan/ pengaruh)  
Jika X<sup>2</sup><sub>hitung</sub> ≤ X<sup>2</sup> tabel → terima H<sub>0</sub> (tidak ada hubungan/ pengaruh)  
atau  
Asymp.Sig ≤ taraf nyata (α) → tolak H<sub>0</sub>  
Asymp.Sig > taraf nyata (α) → terima H<sub>0</sub>
- Korelasi Spearman Rank  
Dasar Pengambilan Keputusan  
Jika probabilitas > 0,025 → H<sub>0</sub> diterima  
Jika probabilitas < 0,025 → H<sub>0</sub> ditolak

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pengujian Hipotesis

Hasil analisis secara statistik dengan menggunakan Program SPSS 12 dengan Metode Regresi Linier Berganda (hipotesis 1), Metode Chi Square (X<sup>2</sup>) dan Korelasi Spearman rank (hipotesis 2-6) dalam proses pengolahan data, maka secara ringkas dapat dirangkum dalam gambar dan tabel sebagai berikut:



Gambar 3. Pengaruh Langsung Antar Variabel  
Sumber: Analisis Data, 2006

Dari tabel diatas secara terperinci terlihat bahwa pada taraf kepercayaan 90% ( $\alpha = 0,10$ ) dari lima (5) hipotesis yang diajukan, hanya 3 hipotesis yang dapat diterima dan 2 hipotesis ditolak. Sedangkan hipotesis ke-1 uji F sebesar 5,844 dengan sig. 0,02 yang berarti menolak  $H_0$ , membuktikan bahwa kualitas rumah, lingkungan dan fasilitas umum berpengaruh secara simultan terhadap persepsi kualitas perumahan.

#### Pembahasan Hasil Pembuktian Hipotesis

##### a. Hipotesis Satu

Hasil analisis membuktikan bahwa **kualitas produk rumah, lingkungan dan fasilitas umum secara bersama-sama berpengaruh signifikan/nyata terhadap persepsi atau kepuasan konsumen terhadap kualitas perumahan**. Secara parsial kualitas produk rumah dan fasilitas umum berpengaruh positif terhadap persepsi atau kepuasan umum konsumen, sedangkan keadaan lingkungan tidak mempengaruhi kepuasan umum konsumen. Kepuasan umum konsumen paling dipengaruhi oleh kualitas produk rumah yang merupakan obyek utama alasan konsumen membeli rumah.

##### b. Hipotesis Dua

Hasil analisis membuktikan bahwa **pendidikan konsumen berpengaruh negatif terhadap persepsi atau kepuasan konsumen terhadap kualitas perumahan**. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, semakin tinggi tingkat pendidikan konsumen cenderung mempunyai persepsi dan kepuasan yang rendah tentang kualitas dan fasilitas rumah yang dimilikinya. Hal ini dapat terjadi karena semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka tingkat pemikiran atau pemahaman dalam menilai kualitas dan fasilitas umum rumah akan semakin luas dan tinggi. Pada saat konsumen menginginkan dan pada akhirnya mengambil keputusan untuk membeli rumah sederhana, bagi mereka yang berpendidikan tinggi telah mempertimbangkan dengan seksama untung/ruginya atau manfaat dan nilai yang dirasakan sehingga kepuasan yang dicapai pun kurang memenuhi/memuaskan menurut pertimbangan mereka.

##### c. Hipotesis Tiga

**Tingkat pendidikan konsumen menurut statistik tidak berpengaruh nyata terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah**. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, walaupun tingkat pendidikan konsumen meningkat maka mereka tidak secara mutlak akan mengadakan perubahan rumah. Tingkat pendidikan yang tinggi belum pasti memberi pendapatan yang tinggi pula, di mana secara langsung tidak dapat merubah bentuk rumah, karena tentu saja memerlukan biaya yang tidak sedikit. Tingkat pendidikan sangat menentukan seseorang konsumen dalam menilai atau menganalisis tentang mutu atau kualitas rumah yang

sesuai dengan tingkat pengetahuan dan pengalaman yang dimilikinya.

##### d. Hipotesis Keempat

**Pendapatan konsumen ternyata berpengaruh negatif terhadap kepuasan konsumen terhadap kualitas perumahan**. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, semakin tinggi tingkat pendapatan konsumen maka semakin rendah tingkat kepuasan terhadap rumah yang dimiliki. Hal ini dapat dilihat pada tipe rumah yang telah diperbaiki sesuai dengan kemampuan. Kepuasan para konsumen sangat didukung oleh tingkat pendapatan. Dengan peningkatan pendapatan, mereka lebih leluasa dalam berpikir dan bertindak, di mana cenderung untuk merasa kurang puas terhadap apa yang sudah ada karena merasa mampu untuk membuat sesuatu menjadi lebih baik sesuai kemampuan yang dimiliki.

##### e. Hipotesis Lima

**Pendapatan konsumen tidak berpengaruh terhadap respons konsumen dalam melaksanakan perubahan rumah**. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, dengan meningkatnya pendapatan konsumen tidak secara nyata digunakan untuk melakukan renovasi/perubahan rumah karena masih terdapat keperluan lain yang utama/mendesak. Walaupun hal ini terjadi, secara nyata masih terdapat sebagian konsumen yang menggunakan kenaikan pendapatannya untuk melakukan perbaikan rumah, terbukti bahwa di lapangan terlihat banyak rumah yang telah mengalami perubahan.

##### f. Hipotesis Enam

**Persepsi kualitas perumahan ternyata berpengaruh positif terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah**. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, semakin tinggi persepsi umum konsumen maka semakin besar pula persentase perubahan bentuk rumah yang dilakukan. Hal ini disebabkan karena semakin baik persepsi konsumen dalam penilaian suatu rumah termasuk fasilitas umumnya biasanya ditunjukkan terhadap rumah-rumah yang telah mengadakan perubahan atau renovasi yang besar pula menyatakan mereka beranggapan rumah tersebut cukup layak untuk mengadakan penambahan/perubahan agar lebih nyaman untuk ditempati.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

1. Kualitas produk rumah, lingkungan dan fasilitas umum secara bersama-sama berpengaruh signifikan/ nyata terhadap persepsi kualitas perumahan. Secara parsial kualitas produk rumah dan fasilitas umum berpengaruh positif terhadap persepsi kualitas perumahan, sedangkan keadaan lingkungan tidak mempengaruhi persepsi kualitas perumahan.



2. Pendidikan berpengaruh negatif terhadap persepsi kualitas perumahan. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, semakin tinggi tingkat pendidikan konsumen cenderung mempunyai persepsi dan kepuasan yang rendah tentang kualitas dan fasilitas rumah yang dimilikinya.
3. Pendapatan berpengaruh negatif terhadap persepsi kualitas perumahan. Terdapat kecenderungan semakin tinggi tingkat pendapatan konsumen, semakin rendah tingkat kepuasan terhadap rumah yang dimiliki.
4. Pendidikan tidak berpengaruh nyata terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, walaupun tingkat pendidikan konsumen meningkat, mereka tidak secara mutlak akan mengadakan perubahan rumah.
5. Pendapatan konsumen tidak berpengaruh terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah. Pada kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, dengan meningkatnya pendapatan konsumen tidak secara nyata digunakan untuk melakukan renovasi atau perubahan rumah karena masih terdapat keperluan lain yang utama dan mendesak.
6. Persepsi kualitas perumahan berpengaruh positif terhadap respons konsumen dalam melakukan perubahan rumah. Pada Kasus di Perumahan Pondok Benowo Indah Surabaya, semakin tinggi persepsi umum konsumen maka semakin besar pula persentase perubahan bentuk rumah yang dilakukan.

#### Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, beberapa saran disajikan di bawah ini:

1. Dalam pembangunan suatu perumahan perlu memperhatikan kualitas produk rumah, terutama lantai, perbandingan luas yang ideal, pencahayaan dan desain rumah.
2. Di samping kualitas produk rumah, diperlukan juga adanya fasilitas umum yang memadai seperti sarana olahraga dan tempat ibadah sebagai kelengkapan dari perumahan.
3. Dalam merencanakan pembangunan suatu perumahan, terlebih dahulu diadakan suatu studi pendahuluan tentang selera konsumen sebagai calon pembeli dan

disesuaikan dengan kualitas produk rumah maupun tingkat kemampuan masyarakat.

4. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya tentang persepsi dan respons konsumen perumahan pada rumah tipe yang lain yaitu rumah tipe > 70 dengan karakteristik yang berbeda.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Daud, Muddabir, 2001. *Analisis Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen Dalam Membeli Rumah (Studi Kasus Pada Perumahan Graha Asri dan Kendari Permai di Kotamadya Kendari)*. FTSP ITS. Surabaya (tidak dipublikasikan).
2. Departemen PU, Dirjen Cipta Karya, Kep Men PU, Nomor 20/KPTS/2986. *Pedoman Teknik Pembangunan Perumahan Sederhana Tidak Bersusun*, Direktorat Jendral Cipta Karya. Jakarta Selatan.
3. Engel, James F, Blackwell, Roger D & Mimiard, Paul W. 1994. *Consumer Behavior (Sixth Edition)*, The Dryden Press Bina Rupa Aksara. Jakarta.
4. Bahwal, Faiq, 2001. *Analisa Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen dalam Membeli Rumah Type 70 – 100 pada Perumahan Graha Prima*. FTSP ITS. Surabaya (tidak dipublikasikan).
5. Frick, Heinz, 1984. *Kebijaksanaan, Perencanaan dan Konstruksi Perumahan Sederhana*. Kanisus. Yogyakarta.
6. Frick, Heinz, Suskiyatno Bambang, 1998. *Dasar-dasar Eko-Arsitektur*. Kanisus. Yogyakarta.
7. Gujarati, Damodar, 1995. *Basic Economics (Third Edition)*. McGraw-Hill, Inc. Singapore.
8. Kotler, Philip, 1994. *Marketing Managemen, Analysis Planning Implementation and Control*. Prentice-Hall. New York.
9. Nazir, Moh. 1988. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
10. Nasution, M.N. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Ghalia Indonesia. Jakarta.
11. Mangkunegara, Anwar P. 2002. *Perilaku Konsumen*, Edisi Revisi. Refika Aditama. Bandung.
12. Prawoto, Agus. 2003. *Teori dan Praktek Penilaian Properti*. BPFE. Yogyakarta.
13. Salim, Agus. 2001. *Teori dan Paradigma Penelitian Sosial*. PT Tiara Wacana. Jogja.
14. Santoso, Singgih. 2006. *Menguasai Statistik di Era Informasi dengan SPSS 14*. Gramedia. Jakarta.
15. Singarimbun, Masri & Sofian Effendi. 1989. *Metode Penelitian Suvai*. LP3ES. Jakarta.
16. Sudjana. 1992. *Teknik Analisis Regresi dan Korelasi*, Tarsito. Bandung.
17. Sulaiman, Wahid. 2003. *Statistik Non-Parametrik (Contoh kasus dan pemecahannya dengan SPSS)*. Andi. Yogyakarta.
18. Supranto, 2004. *Analisis Multivariant, Arti dan Interpretasi*. Rineka Cipta. Jakarta.
19. Zelico, Torbica M dan Stroh Robert. 2000. *HOMBSAT-An Instrument for Measuring Home-Buyer Satisfaction*, Quality Management Journal Volume 7 Nomor 4/2000, ASQ. Florida.
20. Umar H. 2000. *Riset Pemasaran dan Perlaku Konsumen*, Edisi Pertama PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
21. Zainuddin, 1998. *Metodologi Penelitian* Universitas Airlangga. Surabaya.

# Improvement of Electric Power Quality Due To Non Linier Load in Industry Using Model of Passive Filter, Series Active Filter, and Three Phase Hybrid Active Filter

## Peningkatan Kualitas Daya Listrik Akibat Beban Non-Linier di Industri Menggunakan Model Filter Pasif, Filter Aktif Seri, dan Filter Aktif Hibrid Tiga Fasa

Agus Kiswantono dan Amirullah

Study Program of Electrical Engineering,

Faculty of Engineering University of Bhayangkara Surabaya

Jl. Ahmad Yani 114 Surabaya

Email: kiswantono@gmail.com, amirullah@ubhara.ac.id

### ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah meningkatkan kualitas daya listrik akibat beban non linier di industri menggunakan model filter pasif, filter aktif seri, dan filter hibrid tiga fasa. Ada dua mode operasi beban yaitu rangkaian terhubung pada beban non-linier seimbang dan tidak seimbang. Rangkaian filter dimodelkan secara matematis dengan teknik kendali arus menggunakan pulse width modulation (PWM) dan Teori Dual Instantaneous Reactive Power. Parameter penelitian adalah THD tegangan dan arus sumber, arus dan tegangan tidak seimbang, perbaikan faktor daya rangkaian terhubung beban non-linier (seimbang dan tidak seimbang) berdasarkan Standar IEEE-519, ANSI/IEEE 241-1990, dan Standar PLN. Hasil penelitian adalah rangkaian sistem pada empat kondisi kompensasi terhubung beban non-linier tidak seimbang, menghasilkan THD rata-rata arus lebih rendah dibandingkan sistem terhubung beban non-linier seimbang. Penggunaan filter aktif seri mampu menurunkan THD arus sesuai Standar IEEE 519–1992. Pada kondisi sistem sama, rangkaian terhubung beban non-linier tidak seimbang, menghasilkan nilai arus tidak seimbang lebih besar, dibandingkan sistem terhubung beban non-linier seimbang. Rangkaian terhubung beban non-linier tidak seimbang, mampu menghasilkan nilai faktor daya sedikit lebih tinggi dibandingkan beban non-linier seimbang. Nilai THD tegangan sistem berbeban non linier seimbang dan tidak seimbang untuk semua kondisi tanpa dan menggunakan kompensasi, nilainya relatif kecil dan berada di bawah level 1% serta sudah memenuhi batas harmonisa tegangan sesuai Standar IEEE 519–1992. Nilai tegangan tidak seimbang kondisi tanpa dan menggunakan filter pada dua mode relatif stabil. Sistem terhubung dua mode beban non linier mampu meningkatkan nilai harmonisa arus dan arus tidak seimbang, tapi tidak berdampak signifikan pada perubahan harmonisa tegangan dan tegangan tidak seimbang.

**Kata kunci:** Filter Pasif, Filter Aktif Seri, Filter Aktif Hibrid, Harmonisa, Faktor Daya, Beban Non-Linier, Industri

### ABSTRACT

The purpose of research was to improve electric power quality due to non linear load in industry using passive filter, series active filter, and three phase hybrid active filter. There were two operation modes, namely circuit connected to balanced and unbalanced non-linear load. The filter circuit was modeled mathematically using current control techniques with pulse width modulation (PWM) and Dual of Instantaneous Reactive Power Theory. Power quality parameters were source current dan voltage THD, current dan voltage unbalanced, and input power factor of sytem based on IEEE-519 Standard, ANSI/IEEE 241-1990 and PLN Standards. The research shows that the system on four compensations connected to unbalance non linear load, produces average THD current smaller than the system connected balanced non-linear. The use of series active filter and hybrid active filter was able to decrease source current THD in accordance with 519-1992 IEEE Standard. At the same conditions, if the circuit has been connected unbalance non linear load, then unbalanced source current is greater than the system connected balanced non linear load. The circuit connected unbalanced non linear load was able to generate input power factor is slightly higher than balanced non-linear load. The value of source voltage THD of system connected balanced and unbalanced non-linear load for all conditions was relatively small, below 1% level, and have already met voltage harmonic limit within of IEEE 519-1992 Standard. The value of unbalanced source voltage without and with filters on both modes were relatively stable. The systems connected two modes of non linear load only was able to increase source current harmonics and unbalanced current, but has no significant impact on changes of voltage harmonics and unbalanced voltage.

**Key words:** Passive Filter, Series Active Filter, Hybrid Active Filter, Harmonic, Power Factor, Non Linier Load, Industry

## INTRODUCTION

Today electrical load is more sensitive to harmonics, sag, swell, and several other disturbances. Among a number of parameters, harmonic current has become a major concern in development of electric power quality. One issue of power quality is reactive power compensation. Reactive power is needed to repair voltage to send active power. When there is no sufficient reactive power, sag voltage appears and may not meet demand by load trough the network. Although reactive power is needed to carry on a number of electrical equipment, these equipment can cause loss to a number of electrical appliances. Therefore, reactive power compensation is very important in power system. So that power quality eventually also become very important issues in power system.

In the mid-1940s, passive power filter has been used widely to reduce current harmonics and compensate reactive power in distribution system due to its low cost, simple, and has high efficiency characteristic.<sup>[1]</sup> However, passive power filter has a number of disadvantages such as low dynamic performance, some resonance problems, and filtering characteristics are easily influenced by small changes in system parameters.<sup>[2,3]</sup> Since the concept of an AC active power filter first introduced in 1976,<sup>[1,4]</sup> a number of studies on active power filter for current quality compensation get more attention. Active power filter is able to overcome weakness of passive power filter, but initial cost and operation relatively expensive. One type of active power filter is a series active filter. These conditions led to decrease in applications on a wide scale in distribution network.

Furthermore, different topology of hybrid active filter which consisting of active and passive components either connected in series or parallel has been proposed with the aim to improve compensation characteristics of passive power filter while reducing rating voltage, current, and cost of active power filter.<sup>[2,6]</sup> Hybrid active filter topology<sup>[2,5]</sup> consists of a number of passive components, namely transformer, capacitor, reactor and resistor, thus increasing size and cost of overall system. Research on hybrid active filter to damp harmonic resonance in industrial electrical systems has been done.<sup>[7]</sup> Hybrid active filter consists of a low power active filter and 5th harmonic order passive filter. The use of hybrid active filter is capable of reducing 5th harmonic voltage that still appears on point of common coupling (PCC) bus if circuit is still only using passive filters.

Research on the use of control strategy using two vectorial formulas and instantaneous reactive theory with three phase active power filter has been done.<sup>[8]</sup> The hybrid active filter consists of a series active filter and passive filter is connected in parallel with load. If the system is connected to balanced non linear load, source current THD value on phase A, before using filter, connect to passive filter, and connect to combination of

series active filter and passive filter (hybrid active filter) are 18.6%, 4.9%, and 1.8% respectively. The use of passive, series active, and hybrid active filter also able to improve input power factor are 0.947, 0.91, and 0.99 respectively. THD value of source current on the system connected unbalance non linear before compensated in phase "a", "b" and "c" are 18.8%, 35% and 37.6% respectively. The use of series active filter on the same conditions will result in improved source current THD value of 1.4%, 0.85% and 1.3% in the phase "a", "b" and "c" respectively. The weakness of research is not to discuss improvement of input power factor due to the use of passive filters and hybrid active filters.

The use of control method of two formulas for system compensation using hybrid active filter consists of a series active filter and shunt passive filter in three phase four wire system has been done.<sup>[2]</sup> The control method is applied to a resistive balanced load as the ideal load. The strategy is able to improve characteristics of a passive filter compensation without depending on system impedance. The compensation also can be applied to variable load and does not affect the possibility of turning off passive filter. Research on comparative analysis of performance of shunt active filter with active filter on system using resistive load has been done.<sup>[9]</sup> Three phase shunt active and a hybrid active power filter is able to reduce current THD and power factor of a non linear rectifier system connected using different firing angle. Simulation shows that if system has used hybrid active power filter with different firing angle, the greater firing angle value, then current THD also increased. While at the same firing angle, use of hybrid active power filter is able of reducing current THD and improve input power factor better than without filter and with active power filter. The disadvantage is current THD in phase A and B (5.22% and 6,18) still does not meet IEEE 519-1992 Standart as 5%.

The purpose of research is to improve power quality using a model of a passive filter, series active filter, and three phase hybrid active power filter due to non linear load in the industry. There are two operation modes, namely the circuit connected to balanced non linear load and unbalanced non linear load in the industry. The parameters studied are source voltage and current THD, unbalanced source voltage and current, and input power factor based on IEEE-519, ANSI/IEEE 241-1990, and PLN Standard. The rest of this paper is organized as follow. Section theory shows shunt passive filter, series active filter, dual instantaneous reactive power theory, compensation method, non linear load, modelling of non linear load in industry, power quality, harmonic, unbalance current and voltage, as well as power factor correction. Section research method is proposed model and parameters a passive filter, series active filter, and three phase hybrid active filter connected to non linear load (balance and unbalance) in industry. Section result and discussion describes variation of power quality

parameter results (harmonic, unbalance current and voltage, as well as power factor correction) in two modes of non linear load. In this section. Example cases studied are presented and the results are verified with those of Matlab/Simulink. Finally, the paper is summarized in section conclusion.

**THEORY**

**Shunt Passive Filter**

Shunt passive filter uses passive component and offers a better harmonics reduction, especially in 3rd, 5th, and 7th harmonics. Some models of shunt passive filter are band pass filter (single or double tuned), high pass filters (first, second, third-order or C-type), and composite filter.<sup>[10]</sup> All types of filters are connected in parallel to circuit as shown in Figure 1.<sup>[11]</sup> Increase of order harmonics creates filter become more efficient but reduces easiness when designed. They provide a low impedance at desired frequency. When connected shunt, passive filters are designed to reduce current harmonics. Because connected shunt, causes filter to function as a load to supply 30–50% load current when flows to electric drive device.

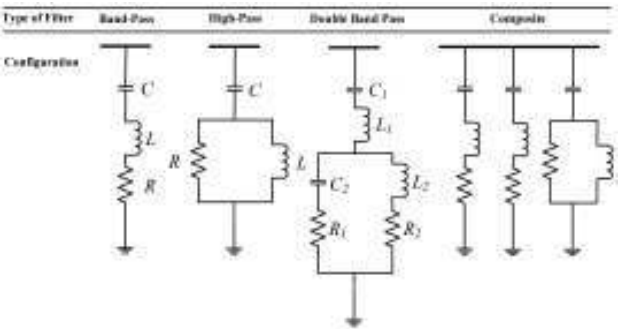


Figure 1. Models of Passive Filter.

**Series Active Filter**

Series active filter circuit as shown in Figure 2<sup>[12]</sup> can be used to compensate two parameters at once are harmonic distortion and unbalance source voltage. Both voltage on source and load side, can be compensated in accordance with the desired value. Nevertheless, research of series active filter only related to the application of load is sensitive to voltage waveform quality. So that compensation using an active filter series is only performed on the load side. Compensation is required to eliminate harmonics voltage and to create a balanced system, obtained by injecting compensating voltage on secondary coil of transformer in series with lines.

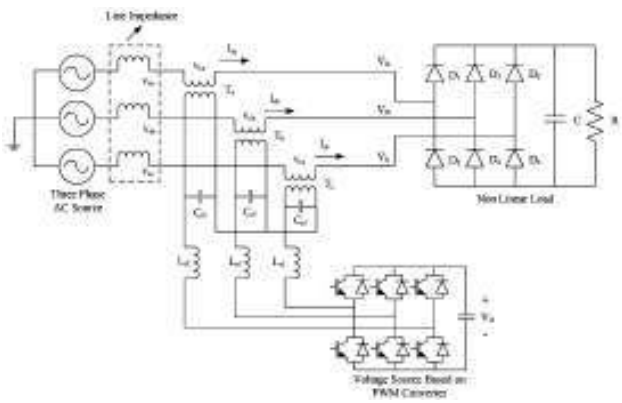


Figure 2. Model of series active filter.

Where (i)  $T_a$ ,  $T_b$ , and  $T_c$  is transformer compensation, (ii)  $V_{sa}$ ,  $V_{sb}$  and  $V_{sc}$  is source phase voltage, (iii)  $V_{la}$ ,  $V_{lb}$ , and  $V_{lc}$  is load voltage, (iv)  $V_{ca}$ ,  $V_{cb}$ , and  $V_{cc}$  is compensating voltage of transformer secondary  $T_a$ ,  $T_b$ , and  $T_c$ .

**Dual Instantaneous Reactive Power Theory**

Instantaneous Reactive Power Dual theory most widely is used as a control strategy for active power filter. This method is mainly applied for compensation equipment in parallel. This theory is based on Clarke coordinate transformation of phase coordinate as shown in Figure 3.<sup>[8]</sup>

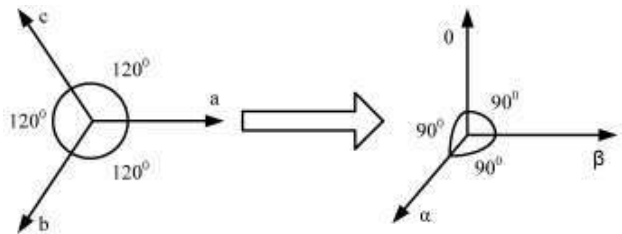


Figure 3. Transformation from phase reference system (abc) to  $0\alpha\beta$  system.

In a three-phase system that showed in Figure 4, voltage and current vectors can be defined by:

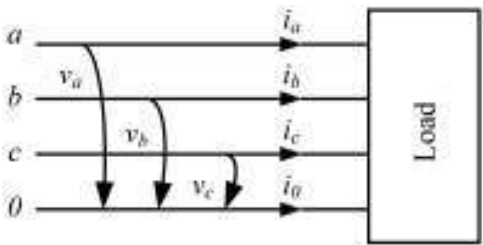


Figure 4. Three phase system (abc).

$$v = [v_a \ v_b \ v_c]^T i = [i_a \ i_b \ i_c]^T \dots\dots\dots (1)$$

The vector transformation from the phase reference system a-b-c to 0- $\alpha$ - $\beta$  coordination can be obtained, thus

$$\begin{bmatrix} v_0 \\ v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2)$$

$$\begin{bmatrix} i_0 \\ i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} \\ 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

The instantaneous real power in  $\alpha - \beta - 0$  coordinate is calculated as follows:

$$p_{3\phi}(t) = v_\alpha i_\alpha + v_\beta i_\beta + v_0 i_0 \dots\dots\dots (4)$$

This equation can be written in vectorial form by means of dot product

$$p = i_{\alpha\beta}^T v_{\alpha\beta} \dots\dots\dots (5)$$

In the plane  $\alpha\beta$ , vector  $i_{\alpha\beta}^T$  and  $i_{\alpha\beta\perp}^T$  vectors establish two coordinates axes. The voltage vector  $v_{\alpha\beta}$  can be decomposed in its orthogonal projection on the axis defined by the currents vectors, Figure 5. By means of the current vectors and the real and imaginary instantaneous power, the voltage vector can be calculated

$$v_{\alpha\beta} = \frac{p}{i_{\alpha\beta}^2} i_{\alpha\beta} + \frac{q}{i_{\alpha\beta\perp}^2} i_{\alpha\beta\perp} \dots\dots\dots (6)$$

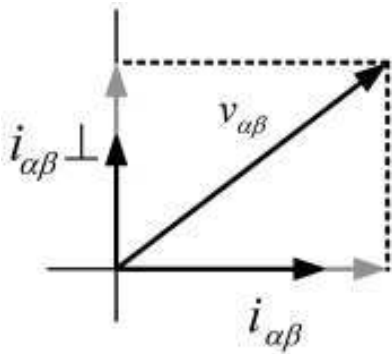


Figure 5. Decomposition of the voltage vector.

### Compensation Method

Electric companies try to generate electrical power as sinusoidal and balanced voltages so it has been obtained as a reference condition in the supply. Due to this fact, the compensation target is based on an ideal reference load which must be resistive, balanced and linear. It means that the source currents are collinear to the supply voltages and the system will have unity power factor. If, in Figure 6, voltages are considered as balanced and sinusoidal, ideal currents will be proportional to the supply voltages (Patricio Salmeron R, *et al.*, 2010).

$$v = R_e i \dots\dots\dots (7)$$

$R_e$  is the equivalent resistance,  $v$  the load voltage vector,  $i$  the load current vector.

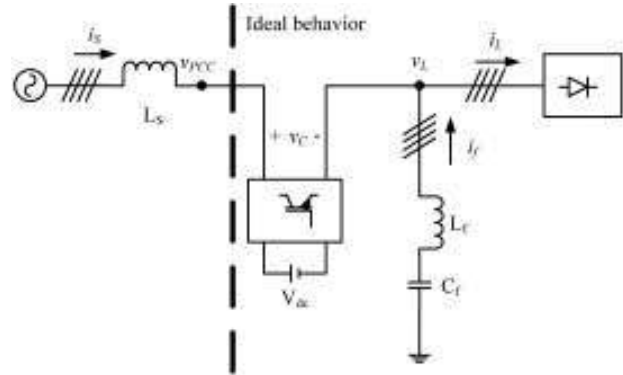


Figure 6. System with compensation equipment.

The average power supplied by the source will be

$$P_s = I_1^2 R_e \dots\dots\dots (8)$$

Figure 5 shows the system with series active filter, parallel passive filter and unbalanced and nonsinusoidal load. The aim is that the set compensation equipment and load has an ideal behavior from the PCC. The voltage at the active filter connection point in  $0\alpha\beta$  coordinates can be calculated as follows:

$$v_{PCC\alpha\beta} = \frac{P_L}{I_1^2} i_{\alpha\beta} \dots\dots\dots (9)$$

$i_{\alpha\beta}$  is the current source in  $0\alpha\beta$  coordinates.

The load voltage is given according to Equation 6 by

$$v_{L\alpha\beta} = \frac{p_L}{i_{\alpha\beta}^2} i_{\alpha\beta} + \frac{q_L}{i_{\alpha\beta\perp}^2} i_{\alpha\beta\perp} \dots\dots\dots (10)$$

where  $p_L$  is the real instantaneous power and  $q_L$  is the load imaginary instantaneous power.

The reference signal for the output voltage of the active filter is

$$v_{C\alpha\beta}^* = v_{PCC\alpha\beta} - v_{L\alpha\beta} \dots\dots\dots (11)$$

Considering Equation 9 and 10, the compensation voltage is

$$v_{C\alpha\beta}^* = \left( \frac{P_L}{I_1^2} - \frac{p_L}{i_{\alpha\beta}^2} \right) i_{\alpha\beta} - \frac{q_L}{i_{\alpha\beta\perp}^2} i_{\alpha\beta\perp} \dots\dots\dots (12)$$

When the active filter supplies this compensation voltage, the set load and compensation equipment behaves as a resistor  $R_e$ . Therefore, the equivalent resistance must be defined by the equation

$$R_e = \frac{P_L}{I_1^{+2}} \dots\dots\dots (13)$$

Here,  $I_1^{+2}$  is the square rms value of the positive sequence fundamental component. In this case, Equation 12 is modified, where  $I_1$  is replaced by  $I_1^{+}$ , that is

$$v_{Ca\beta}^* = \left( \frac{P_L}{I_1^{+2}} - \frac{p_L}{i_{\alpha\beta}^2} \right) i_{\alpha\beta} - \frac{q_L}{i_{\alpha\beta}^2} i_{\alpha\beta\perp} \dots\dots\dots (14)$$

Reference signals are obtained by means of the reference calculator shown in Figure 7 and 8. In the case of unbalanced loads, the block “fundamental component calculation” in Figure 7 is replaced by the scheme shown in Figure 9, which calculates the current positive sequence fundamental component.



Figure 7. Control scheme.

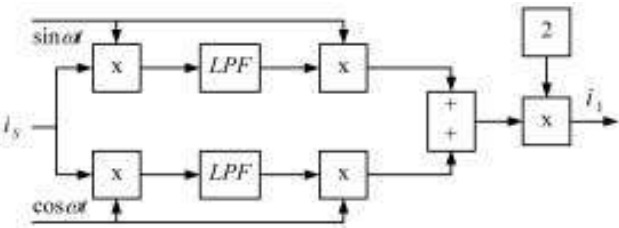


Figure 8. Calculation fundamental component.

The control scheme for the active filter shown in Figure 7, is modified for unbalanced loads. The block “fundamental component calculation” in Figure 7 is replaced by the scheme shown in Figure 9. Now the average power  $P$  is divided by the square rms value of positive sequence fundamental component. In this case, the positive sequence component is calculated by means of the block “positive sequence component”, where

the operator necessary to implement the Fortescue transformation is obtained with an all pass filter. Subsequently, its fundamental value is calculated and the Fortescue inverse transformation applied.



Figure 9. Modification in control scheme for unbalanced load.

Non Linear Load

The non linear loads are electrical loads which gets sinusoidal AC supply voltage, but the input current form of non-sinusoidal. Household appliances which are categorized as non-linear is all devices that uses switching principle and semiconductor switch, or based on power electronics. Some examples of non-linear loads are televisions, LED lights and energy saving lamps. The currents generated by the loads is shaped sinusioda which means which contains a frequency 50 Hz and harmonics current or high frequency current integer multiples of 50 Hz. Assuming that harmonics have extreme phase angle, it can be drawn that fundamental current to flow into the equipment, while harmonic current flowing out of equipment to the electrical grid system.<sup>[13]</sup>

Load Modelling in Industry

Figure 10 shows an industrial power system which has linear and non linear load, capacitors for power factor correction and harmonic filter connected to a common bus. The main part of a distribution transformer installed on the consumers is connected to Point of Common Coupling (PCC), while the secondary supplies the linear and non linear connected load on the common bus. Power system may generate harmonic propagation as a result of series and/or parallel resonances between the power capacitor and the leakage inductor of the distribution transformer.<sup>[7]</sup>

Figure 11 shows a single phase circuit equivalent to power system under the assumption that only a 5th harmonic voltage appears on PCC bus. Here,  $L_T$  is leaking transformer inductance, capacitance;  $C$  of capacitors to improve power factor,  $R_L$  is the equivalent resistance of the load. A common bus voltage  $V_{BUS}$  includes a 5th harmonic voltage  $V_{BUS5}$  which is given by

$$V_{Bus5} = \frac{1}{1 - (5\omega)^2 L_T C + \frac{j5\omega L_T}{R_L}} V_{S5} \dots\dots\dots (15)$$

Where  $\omega$  is angular frequency of the line voltage.

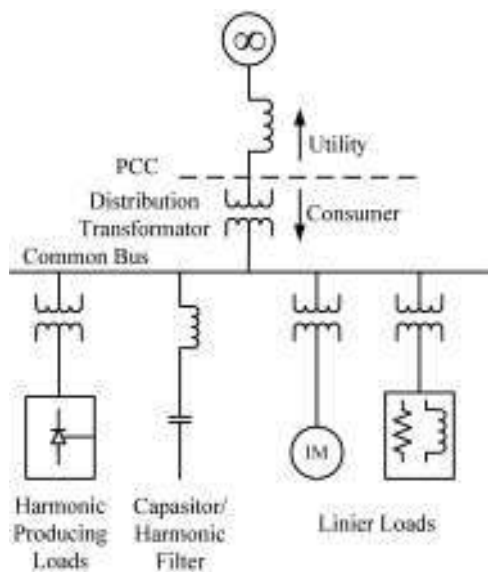


Figure 10. Industrial power system.

A no-load condition  $R_L = \infty$  yields a relationship of  $V_{BUS5} > V_{S5}$ . This implies that harmonic propagation occurs in the industrial power system. When the resonant frequency between  $L_T$  and  $C$  parallel happens with the 5th harmonic, Equation 15 is simplified below:

$$V_{Bus5} = \frac{R_L}{j5\omega L_T} V_{S5} \dots\dots\dots (16)$$

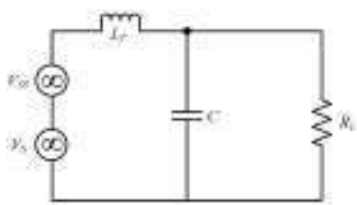


Figure 11. Single phase equivalent circuit.

Harmonic resonance can magnify the 5th-harmonic voltage by 4–0 times in full load condition because  $L_T$  has an inductance of 2–5%.

**Power Quality**

Power quality means quality of voltage and current. Quality is determined based on the voltage and current value or the tolerance limit of equipment used. In general, current and voltage wave form of pure sinusoidal waves. One problem that occurs is non sinusoida or distorted current and voltage waves generated by harmonics in the power system.<sup>[16]</sup>

**Harmonic**

Harmonic is distorted periodic steady state wave caused by the interaction between the shape of a sine wave at the fundamental frequency system with another wave component which is an integer multiples

frequency of fundamental frequency. The most common harmonic index, which relates to the voltage waveform, is the THD, which is defined as the root mean square (rms) of the harmonics expressed as a percentage of the fundamental component as showed in Equation 17. For most applications, it is sufficient to consider the harmonic range from the 2<sup>nd</sup> to 25<sup>th</sup>, but most standards specify up to the 50<sup>th</sup>.<sup>[14]</sup> Second harmonic index is current THD means the ratio of rms harmonic current value to rms fundamental current which expressed in Equation 18<sup>[15]</sup>

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N V_n^2}}{V_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (17)$$

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N I_n^2}}{I_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (18)$$

where  $V_n$  and  $I_n$  (the rms voltage and current at harmonic  $n$ ),  $V_1$  and  $I_1$  (the fundamental rms voltage and current),  $N$  (the maximum harmonic order to be considered).

The allowable maximum THD value for each country is different depending on the standard used. THD standards most often used in electric power system is IEEE Standard 519–1992. There are two criteria used in the analysis of harmonic distortion that voltage distortion limit and current distortion limit.<sup>[16]</sup>

**Unbalance Voltage and Current**

There are several standards that can be used to determine the level of voltage unbalance in three-phase systems, e.g. IEC, NEMA, and IEEE. In this study, the value of unbalance voltage use Equation 11 is based as follows:<sup>[17]</sup>

$$V(\%) = \frac{|V_{average} - V_{a,b,c \min or \max}|}{V_{average}} \times 100 \% \dots\dots\dots (19)$$

By using Equation 19, value of unbalance voltage expressed in percent (%) and is defined as follows;  $V_{average}$  is the average value of maximum voltage on phase a, b, c, (volt),  $V_{a,b,c \min}$  is minimum voltage on phase a, b, c, (volt),  $V_{a,b,c \max}$  is maximum voltage on phase a, b, c (volt). By using the same equation, then percentage of unbalance current can be calculated by replacing voltage into current magnitude.

**Power Factor Correction**

The value of input power factor can be obtained based on the value of source current THD. Equation 20 shows value of input power factor as a function of source current THD.<sup>[9]</sup>

$$PF = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THD_I(\%)}{100}\right)^2}} \dots\dots\dots (20)$$

Where PF is the power factor and  $THD_I$  is harmonic current value (%).

RESEARCH METHOD

Proposed Method

Figure 12 shows a series of three-phase power system supplied by 380 Volts and 50 Hz a three-phase balance sinusoidal voltage is connected with a series of non-linear loads in the industry through a series hybrid active power filter. Hybrid active power filter circuit consists of a series active filter and passive filter. The series active filter includes a bridge circuit of Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) with DC side connected to two DC voltage source. The circuit is also connected to power system through a current transformer with transformation ratio of 1:1. The series active filter includes of pulse width modulation (PWM) and three-phase voltage source inverter (VSI). Passive filter circuit is represented by two double LC filter that serves to eliminate high frequency components such as 5th and 7th harmonic at inverter output. The active filter is connected in series with AC source impedance and able to improve characteristics of LC filter in parallel.

The model of passive filter, series active filter, and hybrid active filter is used as compensation circuit connected non-linear load. The voltage compensation

is needed to eliminate harmonic voltage and to create a balanced system, which injects a voltage compensation through secondary coil of current transformer in series with the line. The filter circuit is used to reduce unbalanced source current and voltage, improve input power factor, and reducing harmonic as well as lowering THD current and voltage. The series active filter is modeled mathematically by voltage and current control using PWM technique. The parameter that will be studied are value mitigation of current and voltage THD on PCC bus, unbalanced current and voltage, and input power factor on the conditions before and after installed passive filters, active filters series, and three-phase hybrid active filter. There are two operation modes, namely the system connected to balanced non-linear load and unbalanced non-linear load in the industry. The passive filter, series active filter, and three phase hybrid active filter are modeled using Matlab/Simulink. The results are used as a performance evaluation of three filter models refers source voltage and current THD voltage (IEEE 519-1992), current and voltage unbalanced (ANSI/IEEE 241-1990), and input power factor (PLN).

Simulation Parameter

Table 1 shows devices, parameters, and design value of simulation model of three phase system using passive filter and series active filter connected to non linear load in industry.

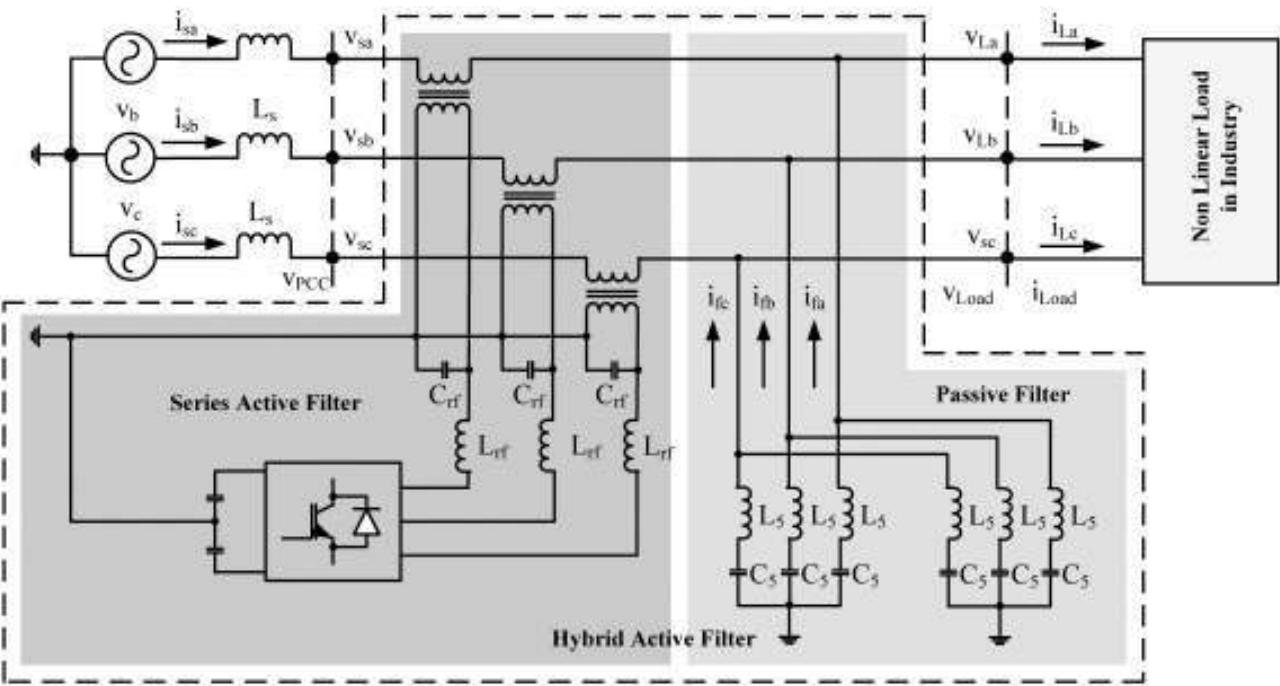


Figure 12. Filter Circuit Topology.



Table 1. Simulation Parameter

No.	Devices	Parameters	Design Value
1.	Three phase balanced source	Voltage (phase-phase)	380 V
		Frequency	50 Hz
2.	Source impedance	Resistance	0,01 Ohm
		Induktance	1 $\mu$ H
3.	Ripple filter	Capacitance	50 $\mu$ F
		Induktance	14 mH
4.	DC source on series active filter	Capacitance 1	40 $\mu$ F
		Capacitance 2	40 $\mu$ F
5.	Current transformer on series active filter	Transformation ratio	1: 1
6.	Passive filter (LC)	Inductance 5th order	14 mH
		Capacitance 5th order	30 $\mu$ F
		Inductance 7th order	7 mH
		Capacitance 7th order	30 $\mu$ F
7.	Non linear load (DC side)	Series inductance	1 mH
		Parallel capacitance	1 $\mu$ F
		Parallel resistance	10 Ohm
8.	Balanced load	Resistance on phase a	24 Ohm
		Resistance on phase b	24 Ohm
		Resistance on phase c	24 Ohm
10.	Unbalanced load	Resistance on phase a	6 Ohm
		Resistance on phase b	12 Ohm
		Resistance on phase c	24 Ohm

RESULT AND DISCUSSION

Balanced and Unbalanced Non Linear Load Modes

On balanced non-linear load mode, a three-phase system is connected to non linear load in industry of a three-phase uncontrolled rectifier circuit with series inductance 1 mH as well as connected to load parallel capacitance and resistance 1  $\mu$ F and 10 ohm respectively. The circuit is also connected to balanced load of three load resistances 24 ohm each. The passive filter, series active filter, and hybrid active filter are three combination compensation filters on the three-phase system connected balanced non linear load in industry. Parameters of power quality studied are source current and voltage THD, voltage and current unbalance, and input power factor. The initial step is to determine source current and voltage THD in each phase and determine their average THD values before and after using three models filter compensation. The second step is to determine maximum and minimum values of source current and voltage in each phase as well as determine unbalanced current and voltage values by using Equation 19. The third step is to determine input power factor using Equation 20 based on source current THD value which has been achieved in the first step before. Table 2 shows current and voltage THD, unbalanced current and voltage, and input power factor on source side (PCC bus), before and after using compensation filters.

Figure 13 shows source voltage and current curve of three phase system connected to balanced non linear load in the industry, without compensation, using passive filters, series active filters, and hybrid active filter. Figure 14 shows harmonic source current spectrum on phase A of three phase system connected to balanced non linear loads in industry, without compensation, using passive filters, series active filters, and hybrid active filter.

Table 2 shows that the average value of source current THD of system connected balanced non linear load without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter are 24.52%, 24.277%, 4.56%, and 4.5734% respectively. The simulation result shows system without compensation filter and using passive filter produces an average THD of source current relatively high and have exceeded IEEE519-1992 Standard. Whereas the use of series active filter and hybrid active filter can reduce source current THD or improve current quality under IEEE 519-1992 Standard. The value of source voltage harmonic system connected to balance non linear load for all compensation conditions were relatively small below level of 1% and have met IEEE 519-1992 Standard. The condition indicates that the presence of balance non-linear load only affects on sources current harmonic and does not have a significant impact on source voltage harmonic. Both unbalanced current value of system without compensation and using passive filter are 0%, while using series active filter and hybrid active filter, the value will increase to 29.9% and 37.50%. The value of unbalanced source voltage for all compensation conditions are relatively stable at 0%. The input power factor of system connected balanced non linear load on four compensation conditions increases smoothly from 97.123%, 97.2%, 99.894%, to 99.896 respectively.

Table 3 shows that the average value of source current THD of system connected balanced non linear load without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter are 20.697%, 20.424%, 2.737%, and 3.294%. The simulation result shows system without filter compensation and using passive filter results an average source current THD higher than IEEE Standard 519–1992 of current THD as 5%. While the use of series active filter and hybrid active filter is able to mitigate source current harmonic under IEEE Standard 519–1992. The unbalanced source current of system without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter, its value increase began from 8.511%, 10.127%, 30.693%, to 42.268. The value of unbalanced source voltage on four compensation conditions are relatively stable as 0%. These results indicate that the system is connected to unbalanced non linear load contribute unbalanced current higher than unbalanced voltage. The input power factor of circuit connected to unbalanced non linear load on four compensation conditions are 97.925%, 97.977%, 99.963%, and 99.946 respectively.

**Table 2.** Power quality parameters on balanced non linear load

No	Compensation Types	Phase	THD (%)	Avg THD (%)	Maximum Value	Unbalanced Value (%)	Power Factor (%)	Avg Power Factor (%)
Source Current (Ampere)								
1	Without Compensation	a	24.52	24.520	64	0	97.123	97.123
		b	24.52		64		97.123	
		c	24.52		64		97.123	
2	Passive Filter	a	24.17	24.177	66.6	0	97.202	97.200
		b	24.19		66.6		97.197	
		c	24.17		66.6		97.202	
3	Series Active Filter	a	3.98	4.5640	17	29.90	99.921	99.894
		b	5.77		38		99.834	
		c	3.94		42		99.928	
4	Hybrid active Filter	a	2.35	4.5734	16	37.50	99.973	99.896
		b	7.58		36		99.714	
		c	3.79		44		99.929	
Source Voltage (Volt)								
1	Without Compensation	a	0.07	0.07	310	0	-	-
		b	0.07		310		-	
		c	0.07		310		-	
2	Passive Filter	a	0.07	0.07	309.7	0	-	-
		b	0.07		309.7		-	
		c	0.07		309.7		-	
3	Series Active Filter	a	0.00	0.0034	310	0	-	-
		b	0.01		310		-	
		c	0.00		310		-	
4	Hybrid active Filter	a	0.00	0.0034	310	0	-	-
		b	0.01		310		-	
		c	0.00		310		-	

**Table 3.** Power quality parameters on unbalanced non linear load

No	Compensation Types	Phase	THD (%)	Avg THD (%)	Maximum Value	Unbalanced Value (%)	Power Factor (%)	Avg Power Factor (%)
Source Current (Ampere)								
1	Without Compensation	a	18.85	20.697	85	8.511	98.269	97.925
		b	20.01		81		98.056	
		c	23.23		69		97.407	
2	Passive Filter	a	18.52	20.424	87	10.127	98.328	97.977
		b	19.93		79		98.072	
		c	22.82		71		97.494	
3	Series Active Filter	a	1.04	2.737	17	30.693	99.995	99.963
		b	3.35		40		99.944	
		c	3.82		44		99.927	
4	Hybrid active Filter	a	1.59	3.294	14	42.268	99.987	99.946
		b	4.76		37		99.887	
		c	3.53		46		99.938	
Source Voltage (Volt)								
1	Without Compensation	a	0.07	0.07	310	0	-	-
		b	0.07		310		-	
		c	0.07		310		-	
2	Passive Filter	a	0.06	0.067	310	0	-	-
		b	0.06		310		-	
		c	0.07		310		-	
3	Series Active Filter	a	0.00	0	310	0	-	-
		b	0.00		310		-	
		c	0.00		310		-	
4	Hybrid active Filter	a	0.00	0	310	0	-	-
		b	0.00		310		-	
		c	0.00		310		-	



Figure 13. Source voltage and current of three phase system connected balanced non linear load.

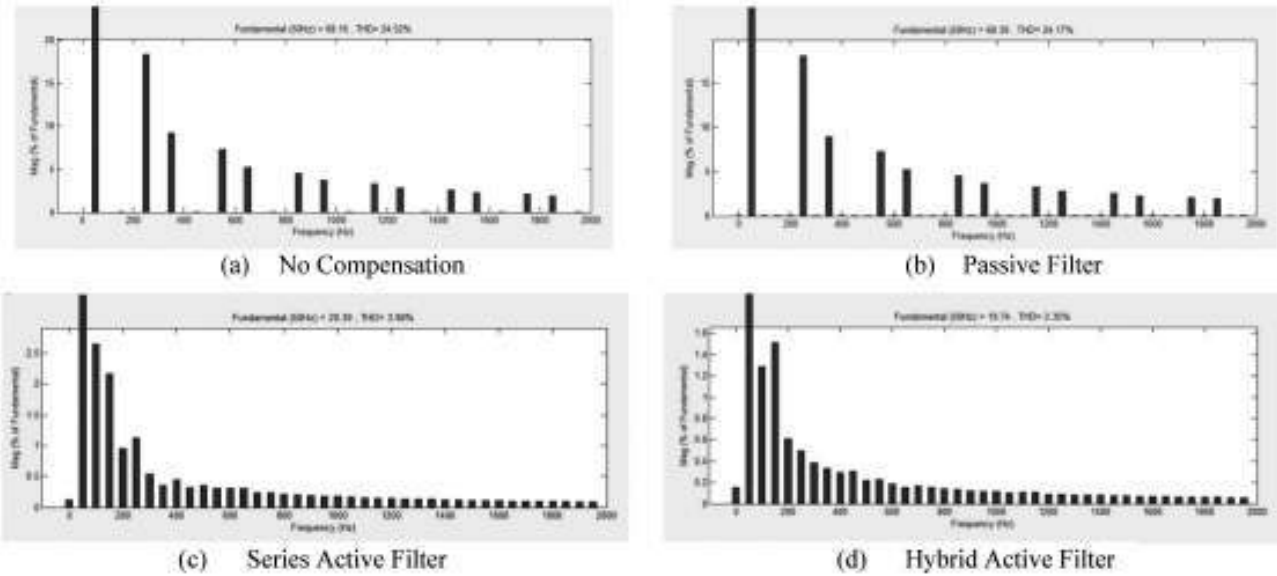


Figure 14. Source current spectrum on phase A connected balanced non linear load.

Source Current Harmonic, Unbalanced Current, and Input Power Factor

Figure 15.a shows the variation of average source current THD of system without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter on two non-linear load modes. Figure 15.b and 15.c show the variation of unbalance current and power factor at the same conditions.

Figure 15.a shows the average value of source current THD of system connected to balanced non-linear load without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter are 24.52%, 24.277%, 4.56%, and 4.5734% respectively. The same value for system connected unbalanced non-linear load are 20.697%, 20.424%, 2.737%, and 3.294%. Figure 15.b shows both balanced source current without compensation and using passive filter are 0%, whereas if using series active filter and hybrid active filter increased to 29.9% and 37.5%. The unbalanced source current of circuit without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter rises from 8.511%, 10.127% 30.693%, to 42,268% respectively. Based on Figure 15.c we can see that the value of input power factor of system connected balanced non linear load without compensation, using passive filter, series active filter, and hybrid active filter increases slowly by 97.123%, 97.2%, 99.894%, and 99,896% respectively. On the same condition for system connected unbalance non linear load on four compensation conditions, its value roses smoothly respectively by 97.925%, 97.977%, 99.963%, and 99,964%.

CONCLUSION

The system is connected unbalanced non linear load produces an average source current THD smaller than system connected balanced non linear load. The use of three-phase series active filter and hybrid active filter can reduce source current THD or improve source current quality by IEEE Standard 519–1992. At the same conditions, the system connected unbalanced non linear load results unbalanced source current value greater

than the system connected balanced non linear load. The circuit connected unbalanced non-linear is able to generate input power factor value slightly higher than the system connected balanced non liniear load. The value of source voltage harmonic caused by balanced and unbalanced non linear load to all compensation conditions is relatively small and is below the level of 1%. The unbalance source voltage unbalance without and using filters on two modes were relatively stable at 0%. The system connected two non-linear load modes is only able to increase source current harmonic and unbalanced source current, but has no significant impact on changes of source voltage harmonic and unbalance voltage.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge to Directorate of Research and Community Service, Ministry of Research, Technology, and Higher Education, Republic of Indonesia, for financial support through Beginner Lecturer Research or “Penelitian Dosen Pemula” (PDP) base on Letter Number 0299/E3/2016 date 27 Januari 2016.

REFERENCES

1. S.T. Senini dan P.J. Wolfs. **Systematic Identification and Review of HI Identification and Review of Hibrid Active Filter Topologies**, in Proc.IEEE 33<sup>rd</sup> Annu. P.E. Spec. Conf., 2002, Vol. 1, pp. 394–399.

2. Patricio Salmeron Revuelta and Salvador P. Litran, **A Control Strategy for Hibrid Power Filter to Compensate Four-Wires Three Phase Systems**, IEEE Transaction on Power Electronics, Vol. 25, No. 7, pp. 1923–1931, July 2010.

3. Z. Peng, H. Akagi, and A. Nabae. **A New Approach to Harmonic Compensation in Power Systems: A Combined System of Shunt Passive and Series Active Filters**, IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 26 no. 6, pp. 983–990, Nov/Dec 1990.

4. D. Rivas, L. Moran, J.W. Dixon, J.R. Espinoza. **Improving Passive Filter Compensation Performance with Active Techniques**, IEEE Trans. Ind. Electron., Vol. 50, no. 1, pp. 161–170, Feb. 2003.

5. H. Akagi. **New Trends in Active Filters for Power Conditioning**, IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. 32, No. 6, pp. 1312–1322, Nov/Dec. 1996.

6. S. Rahmani, A. Hamadi, N. Mandalek, and K. Al-Haddad, **”A New Control Technique for Three Phase Shunt Hibrid Power Filter,**

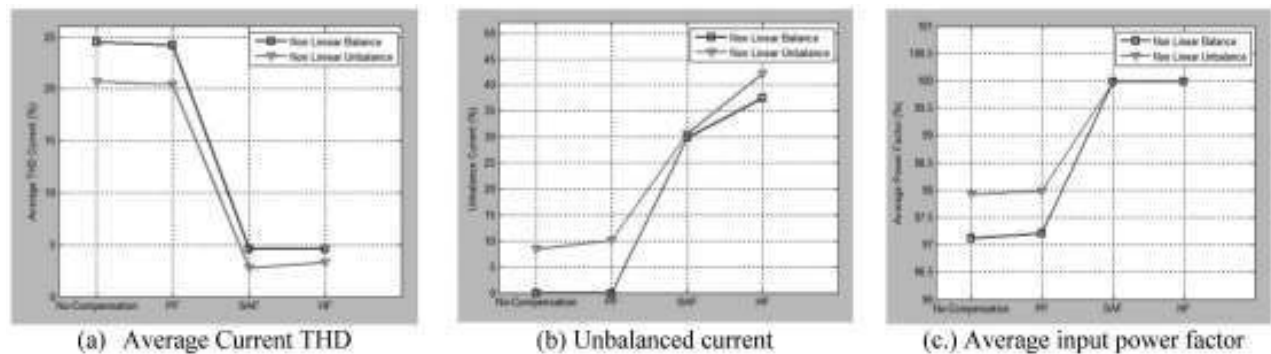


Figure 15. Variation of average current THD, unbalanced current, and average input power factor.

- "IEEE Trans. Ind. Electron., Vol. 56, No. 8, pp. 2904–2915, Aug 2009.
7. Hediaki Fujita, Takahiro Yamasaki, Hirofumi Akagi, 2000, **A. Hybrid active Active Filter for Damping Resonansi in Industrial Power Systems**, IEEE Transaction on PE, Vol. 15, No. 2, March 2010.
  8. Patricio Salmeron Revuelta and Salvador P. Litran, 2010, **Improvement of The Electric Power Quality Using Series Active and Shunt Passive Filter**, IEEE Transaction on Power Delevry-May 2010.
  9. S. Parthasarathy and Dr. Rajasekaran, 2012, **Harmonic Migitation in Rectifier System Using Hybrid active Power System**, 2012 International Conference on Computing, Electronics, and Electrical Technologies.
  10. Mouna Tali, Abdellatif Obbadi, Abdelkrim Elfajri, Youssef Errami, **Passive Filter for Harmonics Migitation In Standalone PV System for Non Linier Load**, Laboratory: Electronics, Instrumentation and Energy Team: Exploitation and Processing of RE, Faculty of Science University Chouaib Doukalli Department of Physics Route Ben Maachou, 24000 El-Jadida, Marocco, IRSEC 2014.
  11. Seema P. Diwan, Dr. H. P. Inamdar, and Dr. A. P. Vaidya, 2011, **Simulation Studies of Shunt Passive Harmonic Filters: Six Pulse Rectifier Load-Power Factor Improvement and Harmonic Control**, ACEEE International. Journal on Electrical and Power Engineering, Vol. 02, No. 01, Feb 2011, Vol. 15, No. 2, March 2000.
  12. Sincy George and Vivek Agarwal, 2007, **DSP Based Control Algorithm for Series Active Filter for Optimized Compensation Under Nonsinusoidal and Unbalance Voltage Condition**, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 22, No. 1, January, 2007.
  13. Mochamad Ashari, **Desain Sistem Konverter AC**, Edisi I: Cetakan I Tahun 2015.
  14. Arrilaga, Jos and Watson, Neville, **Power System Harmonics**, Chicester: John Willey and Sons, 2003.
  15. Tony Hoevenaar, P.Eng, Kurt LeDoux, P.E., Matt Colosino, 2003, **Interpreting IEEE Standart 519 and Meeting Its Harmonic Limit in VFD Application**, Copyright Material IEEE Paper No. PCIC-2003-15.May, 2003.
  16. Thomas M. Bloming, P.E. and Daniel J. Carnovale, P.E., **Application of IEEE Standar 519-1992 Harmonic Limits**, Presented at The 2005 IEEE IAS Pulp and Paper Industry Conference Appleton, WI.
  17. ANSI/IEEE 241, **IEEE Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings**, 1990.

# Uji Antioksidan Antosianin Buah Murbei dengan Ekstraksi Sonikasi dan Maserasi

## Antioxidant Test of Anthocyanin Extraction Mulberries with Sonication and Maceration

Anitarakhmi Handaratri<sup>1</sup>, Leenawaty Limantara<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Kimia, Sekolah Tinggi Teknik Industri Turen

<sup>2</sup> Ma Chung Research Center for Photosynthetic Pigments

<sup>3</sup> Universitas Pembangunan Jaya

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan optimasi proses ekstraksi antosianin buah murbei sehingga diperoleh kondisi optimum yang dapat menghasilkan kadar antosianin tinggi, efisiensi proses ekstraksi dan menerapkan pengujian kadar antosianin dan antioksidan, sehingga nilai ekonomi tanaman meningkat. Penelitian ini menggunakan ekstraksi secara maserasi dan ultrasonik. Waktu yang digunakan dalam proses ekstraksi adalah antara 5 – 40 menit. Ekstraksi antosianin dengan cara ultrasonik memberikan hasil 99,91 mg/L dalam waktu 5 menit sedangkan dengan cara maserasi didapatkan kandungan antosianin tertinggi sebesar 95,85 mg/L dalam waktu 20 menit. Hasil uji antioksidan dengan DPPH, uji vitamin C, dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi setelah proses maserasi berturut turut adalah 86,47%, 19,36%, dan 28,79%. Sedangkan dengan cara sonikasi berturut turut adalah 98,33%, 21,12%, dan 58,79%.

**Kata kunci:** Murbei, antosianin, antioksidan, optimasi ekstraksi

### ABSTRACT

The purpose of this study was to optimize the extraction process of anthocyanin mulberries in order to obtain the optimum condition that can produce high levels of anthocyanins, the efficiency of the extraction process and implement testing of anthocyanin and antioxidant levels, so that the economic value of the plant is increased. This study uses by maceration and ultrasonic extraction. Time used in the extraction process is between 5-40 minutes. Anthocyanin extraction by means of ultrasonic results 99.91 mg/L within 5 minutes whereas by maceration obtained the highest anthocyanin content of 95.85 mg/L within 20 minutes. The test results with DPPH antioxidant, vitamin C test, and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> showed that the highest antioxidant activity after consecutive maceration process is 86.47%, 19.36% and 28.79%. Whereas by way of sonication are respectively 98.33%, 21.12 % and 58.79%.

**Key words:** Mulberry, anthocyanin, antioxidant, optimization of extraction

### PENDAHULUAN

Antioksidan dikenal sebagai senyawa yang sangat berpengaruh terhadap sistem kekebalan tubuh maupun penuaan. Antioksidan bekerja dengan cara meredam aktivitas radikal bebas atau melalui pemutusan rantai reaksi oksidasi yang disebabkan oleh adanya radikal bebas. Seiring dengan kebutuhan manusia akan zat antioksidan, maka penelitian terkait pemanfaatan sumber alami zat antioksidan telah banyak dilakukan, mulai dari teknik isolasi atau ekstraksi hingga pengujian tingkat efektivitas dan stabilitas antioksidan yang terbentuk. Saat ini sebagian besar metode ekstraksi antosianin umumnya dilakukan dengan cara ekstraksi pelarut organik, maserasi, dan soxhletasi.<sup>(1-3)</sup> Penelitian buah murbei dalam bidang pangan dan farmasi telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk tujuan tertentu. Pengolahan buah murbei antara lain dengan diekstraksi untuk mendapatkan antosianin baik sebagai antioksidan maupun pigmen warna dengan berbagai metode.<sup>(4-8)</sup> Salahsatu metode yang cukup banyak diterapkan dalam

mengekstraksi senyawa aktif dalam buah-buahan adalah melalui ekstraksi konvensional berupa teknik maserasi dan soxhletasi. Kedua teknik ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan proses ekstraksi yang cukup lama dan hasil ekstrak pada umumnya masih kurang maksimal. Sedangkan beberapa peneliti lain sudah mengembangkan teknik ekstraksi yang lebih modern dengan menggunakan teknologi ultrasonik dan microwave.<sup>(9-13)</sup>

Penelitian ini untuk Membandingkan dua metode ekstraksi antosianin dari buah murbei, yaitu dengan menggunakan teknik soxhletasi dan ultrasonik tipe bath serta menerapkan pengujian kadar antosianin dan antioksidan.

### METODE PENELITIAN

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain pisau, blender, pengering kabinet, neraca analitik, ultrasonik bath, beaker glass, penyaring vakum, shaker,

rotary evaporator, waterbath, botol warna gelap, lemari asam.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah murbei berwarna hitam segar. Bahan ekstraksi antosianin adalah etanol teknis 96%, asam sitrat teknis, metanol teknis, aquades, HCL 0,1N, NaOH 0,1M, DPPH, amilum, iodium standar 0,01 N, buffer fosfat, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Ekstraksi Antosianin

Buah Murbei dihancurkan dengan blender hingga halus yaitu sekitar 2 menit dengan kecepatan sedang. Setelah itu dicampurkan pada larutan air- asam sitrat 3%. Antosianin dalam buah Murbei diekstrak dengan metode maserasi dan sonikasi. Perbandingan pelarut: bahan yang digunakan adalah 1:7 (b/v)<sup>(6)</sup>. Waktu proses yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25, 30 dan 40 menit.

Langkah Pengujian Kandungan Antosianin

Hasil preparasi sampel (filtrat) dipipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, kemudian diencerkan dengan menggunakan larutan buffer pH 1 sampai tanda batas. Diambil 1 ml larutan hasil preparasi dan dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, kemudian diencerkan dengan menggunakan larutan buffer pH 4.50 sampai tanda batas. Untuk mengukur kandungan antosianin maka absorbansi sampel diukur pada panjang gelombang (λ) maksimum dan pada panjang gelombang (λ) 700 nm. Perhitungan absorbansi sampel (A):

A<sub>sample</sub> = (A λ520 nm – A λ700 nm) pada pH 1,0 – (A λ520 nm – A λ700 nm) pada pH 4,5  
Kandungan antosianin dalam ekstrak:<sup>(4)</sup>

Total antosianin (ppm)=  $\frac{(A \times BM \times FP \times 1000)}{\epsilon \times l}$

Langkah Pengujian Antioksidan dengan DPPH

Sebanyak 4 ml supernatan diambil dan ditambahkan dengan 1 ml larutan 1.10 diphenil-2-picrylhydrazil (DPPH) 0.20 M. Dibiarkan selama 10 menit kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Kontrol dilakukan seperti pada prosedur di atas dengan menggunakan larutan DPPH 0.20 M.<sup>(5)</sup> Sebelum melakukan perhitungan, larutan dibuat pada beberapa konsentrasi untuk membuat kurva kalibrasi.

Langkah Pengujian Vitamin C

Bahan sampel ditimbang sebanyak 10–30 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambah akuades sampai tanda batas. Selanjutnya dilakukan ekstraksi secara maserasi atau ultrasonik. Selanjutnya filtrat dihomogenkan dan disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diambil 25 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml kemudian 1 ml amilum 1% ditambahkan ke dalamnya. Filtrat yang telah ditambahkan dengan amilum dititrasi dengan larutan iodium standar 0,01 N sampai terjadi perubahan warna. Kadar vitamin C dihitung dengan rumus.<sup>(5)</sup>

vit C (%)=  $\frac{\text{ml iodium} \times 0,01 \text{ N} \times \frac{100}{25} \times 88 \times 100}{\text{berat bahan (mg)}}$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

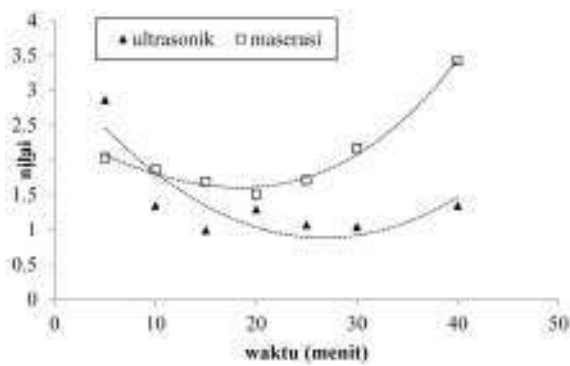
Ekstraksi antosianin buah murbei menggunakan metode maserasi mula-mula dilakukan dengan menimbang buah murbei sebanyak 0,5 gram, dihaluskan dengan blender dan dilarutkan ke dalam campuran air dengan asam sitrat 3%. Hasilnya disaring dengan cara gravitasi. Hasil ekstraksi dengan cara maserasi dan sonikasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sampel Ekstrak dengan Cara (a) Maserasi dan (b) Sonikasi.

Warna sampel yang dihasilkan dengan ekstraksi menggunakan dua metode tersebut sedikit berbeda. Sampel hasil ekstraksi secara maserasi secara visual mata tampak lebih cerah dibandingkan warna sampel hasil ekstraksi menggunakan metode sonikasi. Untuk mengetahui tingkat kecerahan dan warna yang dihasilkan oleh ekstrak dilakukan pengukuran dengan alat colorflex.

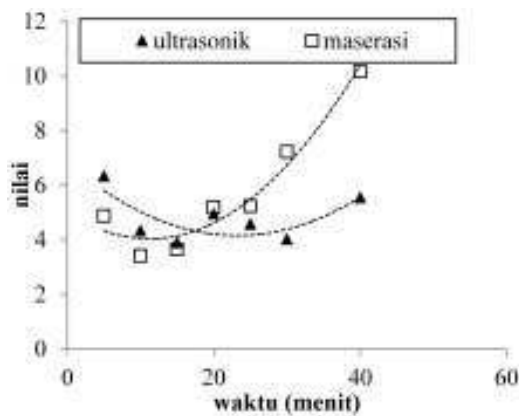
Nilai L dinyatakan sebagai tingkat kecerahan dengan nilai 0 untuk hitam (gelap) dan 100 untuk putih (terang). Sedangkan nilai a dan b adalah masing-masing menunjukkan tingkat kemerahan dan tingkat kekuningan.



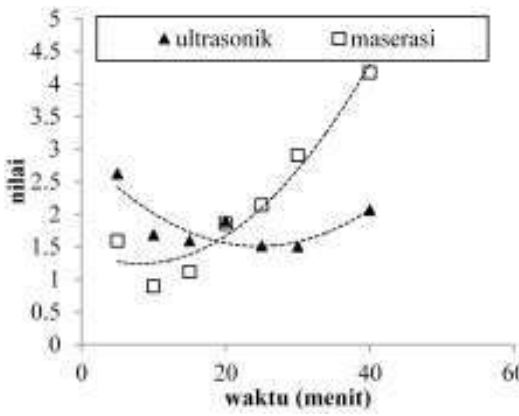
Gambar 2. Grafik Tingkat Kecerahan (L) Ekstrak Antosianin Buah Murbei dengan Metode Sonikasi dan Metode Maserasi.

Sedangkan nilai *hue* dan *chroma* menunjukkan kombinasi warna dan saturasi atau intensitas dari *hue*.

Hasil analisis tingkat kecerahan dapat dilihat pada Gambar 2. Tingkat kecerahan ekstraksi antosianin buah murbei dengan metode maserasi berkisar antara nilai 1,51–3,42. Nilai terendah didapatkan dari 20 menit proses maserasi. Tingkat kecerahan ekstraksi antosianin buah murbei dengan metode sonikasi berkisar antara 0,99–2,86. Nilai terendah didapatkan dari 15 menit proses sonikasi. Menurut laporan Winata, dkk (2015) semakin banyak antosianin yang terekstrak menyebabkan warna ekstrak semakin gelap dan menurunkan tingkat kecerahan. Selanjutnya dari kedua proses ekstraksi menunjukkan peningkatan nilai kecerahan pada waktu yang lebih panjang.



**Gambar 3.** Grafik Tingkat Kemerahan (a) Ekstrak Antosianin Buah Murbei dengan Metode Sonikasi dan Metode Maserasi.

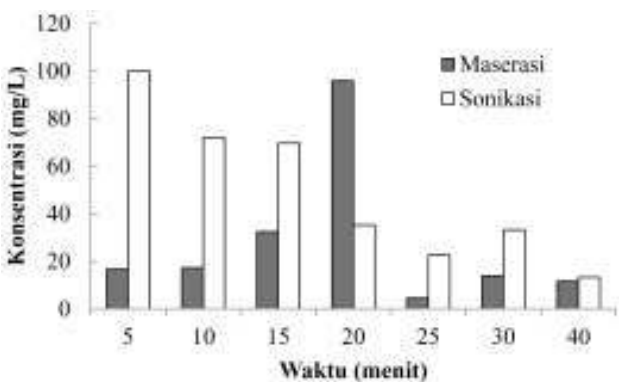


**Gambar 4.** Grafik Tingkat Kekuningan (b) Ekstrak Antosianin Buah Murbei dengan Metode Sonikasi dan Metode Maserasi

Intensitas warna merah ditunjukkan oleh warna merah yang bernilai (+) dan warna hijau yang bernilai (-). Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa tingkat kemerahan untuk hasil ekstraksi proses maserasi berkisar antara nilai 3,41–10,16. Sedangkan tingkat kemerahan

untuk hasil ekstraksi proses sonikasi berkisar antara 3,9–6,3. Ekstrak dari kedua proses ini bernilai positif artinya ekstrak berwarna merah. Nilai kemerahan paling rendah dari proses ekstraksi secara maserasi adalah pada waktu proses 10 menit, sedangkan dari proses sonikasi pada waktu 15 menit. Semakin lama waktu ekstraksi pada kedua macam proses menunjukkan peningkatan.

Tingkat kekuningan ditunjukkan dengan nilai (+) untuk warna kuning dan nilai (-) untuk warna biru. Pada Gambar 4, tingkat kekuningan Ekstrak dengan hasil proses maserasi berkisar antara 1,01–4,17 dan untuk hasil proses sonikasi berkisar antara 1,61–2,06. Nilai terendah b\* dihasilkan oleh proses maserasi pada 10 menit dan oleh proses sonikasi pada 15 menit. Kedua hasil ekstraksi sama-sama memiliki nilai (+) yang artinya keduanya mengandung warna kuning. Berikut adalah analisa kandungan antosianin pada buah Murbei

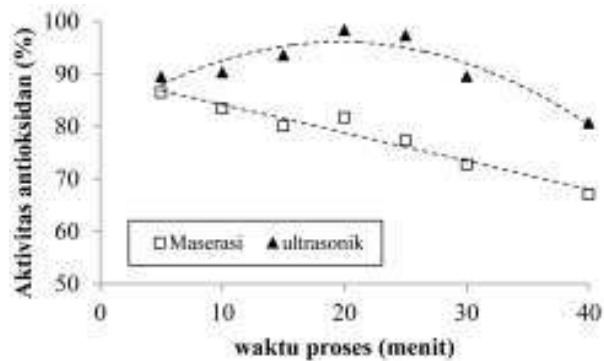


**Gambar 5.** Kandungan Antosianin Ekstraksi Buah Murbei dengan Metode Maserasi dan Sonikasi.

Kandungan antosianin dalam ekstrak murbei yang didapat dengan cara maserasi berkisar antara 4,45–95,85 mg/L. Ekstrak antosianin dengan maserasi selama 20 menit paling tinggi yaitu 95,85 mg/L, selanjutnya akan mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan visual kecerahan warna yang dihasilkan yang semakin lama semakin meningkat. Pada Gambar 5 tersebut dapat dilihat bahwa kandungan pigmen antosianin yang dapat diekstrak adalah rata-rata besar saat menggunakan metode sonikasi yaitu antara 13,23–99,91 mg/L. Konsentrasi yang paling tinggi didapatkan pada sonikasi selama 5 menit yaitu sebesar 99,91 mg/L. Tetapi setelah waktu proses melewati 15 menit antosianin yang dapat diekstrak mengalami penurunan. Hal ini disebabkan setelah 15 menit suhu di dalam bak ultrasonik mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Sedangkan pigmen antosianin stabil pada temperatur yang rendah<sup>(1)</sup>. Pemanasan larutan antosianin yang terlalu lama menyebabkan kesetimbangan akan bergeser ke bentuk kalkon sehingga menurunkan kuantitas bentuk kation flavilium yang berwarna<sup>(14)</sup>.

Ekstrak dengan metode maserasi memiliki aktivitas antioksidan berkisar antara 67,04–86,47% sedangkan ekstrak hasil sonikasi berkisar antara 80,63–98,33%. Dari



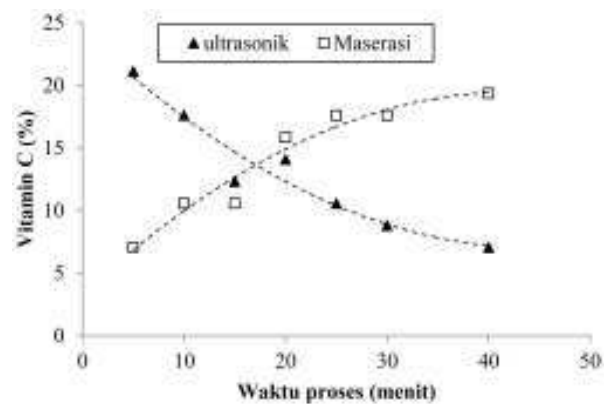


Gambar 6. Hubungan antara Lama Proses Maserasi dengan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH.

Gambar 6 tampak terjadi penurunan aktivitas antioksidan seiring dengan lamanya proses maserasi. Aktivitas antioksidan paling tinggi dihasilkan dari ekstrak proses maserasi selama 5 menit yaitu 86,57%. Sedangkan ekstrak hasil proses sonikasi memiliki aktivitas antioksidan tertinggi pada proses sonikasi selama 20 menit yaitu 98,33%. Pada ekstrak hasil proses sonikasi juga mengalami penurunan bila diproses lebih dari 25 menit. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah antosianin yang bekerja sebagai antioksidan juga menurun jumlahnya kemungkinan karena senyawa flavylum berubah bentuknya.

Analisa Kandungan Vitamin C

Kadar vitamin C ekstrak buah Murbei dari hasil proses maserasi mengalami peningkatan seiring dengan lama proses yaitu berkisar antara 7,04–19,36%. Sebaliknya, kadar vitamin C pada ekstrak hasil proses ultrasonik mengalami penurunan, nilainya berkisar antara 7,04–21,12%. Hal ini diduga karena selama proses sonikasi terjadi peningkatan suhu dan terjadi oksidasi yang berpengaruh terhadap vitamin C. Pada proses maserasi pada penelitian ini dilakukan pada temperatur ruang dan tidak mendapatkan perlakuan panas.

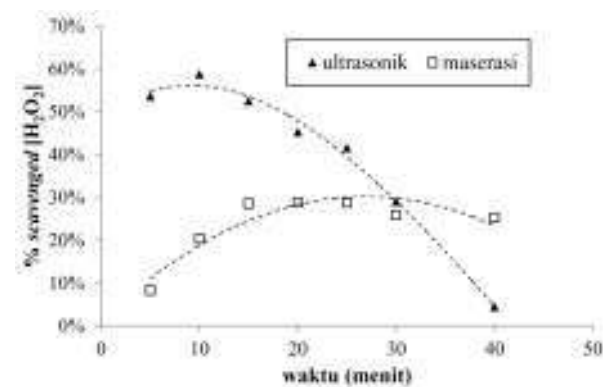


Gambar 7. Hubungan antara Lama Proses Maserasi dan Ultrasonik dengan Aktivitas Antioksidan dengan Metode Uji Kadar Vitamin C.

Menurut Utomo (2013) vitamin C merupakan senyawa yang mudah rusak oleh panas. Lebih lanjut dikatakan bahwa kerusakan vitamin C disebabkan oleh oksidasi vitamin C menjadi asam dehidroaskorbat, oksidasi lebih lanjut akan menghasilkan asam diketogulonat yang tidak mempunyai aktivitas sebagai vitamin C. Oksidasi vitamin C dipercepat dengan adanya panas, kondisi pH alkali, dan katalis ion-ion logam.

Analisis Aktivitas Ketahanan terhadap Oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa ekstrak antosianin buah murbei dari proses maserasi memiliki kadar ketahanan sebesar 8,32–28,79% sedangkan dari proses sonikasi berkisar antara 4,53–58,79%. Aktivitas ketahanan terhadap radikal bebas yang dihasilkan oleh oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> paling tinggi oleh ekstrak hasil proses maserasi selama 20 menit sedangkan oleh ekstrak hasil proses sonikasi adalah selama 10 menit.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Lama Proses Sonikasi dan Maserasi dengan Aktivitas Ketahanan Terhadap Oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Terlihat pula aktivitas ketahanan ini cenderung menurun pada ekstrak hasil proses sonikasi. Hal ini diduga juga disebabkan karena pengaruh meningkatnya suhu selama proses sonikasi yang mengubah kestabilan pigmen antosianin. Ekstrak hasil proses maserasi cenderung memiliki ketahanan yang sama terhadap radikal bebas O<sup>2-</sup> yang dihasilkan oleh oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

KESIMPULAN

Ekstraksi antosianin dengan cara ultrasonik memberikan hasil yang banyak dalam waktu yang singkat yaitu 99,91 mg/L dalam waktu 5 menit. Hasil uji antioksidan dengan DPPH, uji vitamin C, dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi setelah proses maserasi berturut turut adalah 86,47%, 19,36%, dan 28,79%. Sedangkan dengan cara sonikasi berturut-turut adalah 98,33%, 21,12%, dan 58,79%. Aktivitas ini menunjukkan bahwa antosianin dalam buah murbei merupakan sumber antioksidan yang besar.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Meiny Suzery SL, Bambang Cahyono. **Penentuan Total Antosianin dari Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) dengan Metode Maserasi dan Sokshletasi**. Jurnal Sains & Matematika. 2010;18(1):1–6.
2. Chuangguang Qin YL, Weining Niu, Yan Ding, Ruijie Zhang, Xiaoya Shang. **Analysis and Characterisation of Anthocyanins in Mulberry Fruit**. Czech Journal Food Science. 2010;28(2):117-26.
3. Endang Mastuti GF, Yohanes Andika. **Ekstraksi dan Uji Kestabilan Warna Pigmen Antosianin dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai Bahan Pewarna Makanan**. Simposium Nasional RAPI XII; 2013; FT UMS.
4. Danica S. Dimitrijevic DAK, Gordana S. Stojanovic, Snezana S. Mitic, Milan N. Mitic, Aleksandra S. Dordevic. **Phenolic Composition, Antioxidant Activity, Mineral Content, and Antimicrobial Activity of Fresh Fruit Extracts of *Morus alba* L.** Journal of Food and Nutrition Research. 2014; 53(1): 22–30.
5. Hamita Rahmasari WHS. **Ekstraksi Osmosis pada Pembuatan Sirup Murbei (*Morus alba* L.) Kajian Proporsi Buah: Sukrosa dan Lama Osmosis**. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2014; 2(3): 191–7.
6. Enesty Winnie Winata Y. **Ekstraksi Antosianin Buah Murbei (*Morus alba* L.) Metode Ultrasonic Bath (Kajian Waktu dan Rasio Bahan: Pelarut)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2015; 3(2): 773–83.
7. Aliefa nur Azmi Y. **Ekstraksi Antosianin dari Buah Murbei (*Morus alba* L.) Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Bahan: Pelarut)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2015; 3(3): 835–46.
8. Herlina Dwi Kristiana SA, Lia Umi Khasanah. **Ekstraksi Pigmen Antosianin Buah Senggani (*Melastoma malabathricum* Auct.non Linn) dengan Variasi Jenis Pelarut**. Jurnal Teknosains Pangan. 2012; 1(1).
9. Cheng-Chi Wang Y-YC, Shane-Rong Sheu, Ming-Jyi Jang, Ting-Hsuan Chen. **Application of Ultrasound Thermal Process on Extracting Flavour and Caffeine of Coffee**. Thermal Science. 2011; 1(1):s69-s74.
10. Yoswathana N. **Accelerated Extraction of Xanthone from *Mangosteen pericarp* Using Ultrasonic Technique**. African Journal of Pharmacy and Pharmacology 2013; 7(6): 302–9.
11. Afoakwah A.N. OJ, Adomako C., Teye E. **Microwave Assisted Extraction (MAE) of Antioxidant Constituent in Plant Materials**. Global Kournal of Bio Science & Biotechnology. 2012; 1(2): 132–40.
12. Seung-Hong Lee M-CK, Sang-HoMoon, Byong-Tae Jeon, You-Jin Jeon. **Potential Use of Ultrasound in Antioxidant Extraction from *Ecklonia cava*. Algae**. 2013; 28(4): 371–8.
13. Ance Dandena LZ, Maria Kostova. **Natural Antioxidants in Black Chokeberry Marc Extracts Depending on The Extraction Method**. Foodbalt; 2014.
14. Jordheim M. **Isolation, Identification and Properties of Pyranoanthocyanins and Anthocyanin Forms**. Bergen, Norway: University of Bergen; 2007.

# Klasifikasi Sinyal Jantung Menggunakan Jaringan Syaraf Backpropagation

## Classification of Heart Signals Using Backpropagation Neural Network

Hindarto<sup>1</sup>, Izza Anshory<sup>2</sup>, Ade Efiyanti<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

<sup>1</sup>Email: hindarto@umsida.ac.id, <sup>2</sup>izzaanshory@umsida.ac.id, <sup>3</sup>Online09@yahoo.com

### ABSTRAK

Penyakit jantung adalah penyakit yang sangat berbahaya. Bahkan saat ini di Indonesia diperkirakan 20 juta atau sekitar 10% dari penduduk Nusantara menderita penyakit jantung. Kondisi tersebut membuat penyakit kardiovaskular pembunuh nomor satu di Indonesia. Tidak hanya di Indonesia, jumlah pasien jantung di dunia sangat banyak, diperkirakan ada setidaknya satu miliar orang. Penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk mengklasifikasikan sinyal jantung, data diambil dari Physiobank yaitu MIT-BIH Arrhythmia Database dan MIT-BIH normal Sinus Rhythm Database, data diproses dengan mengambil metode ekstraksi fitur Fast Fourier Transform. Hasil metode ekstraksi fitur yang digunakan akan dipilih sebelum digunakan untuk proses klasifikasi. Klasifikasi digunakan menggunakan Backpropagation Neural Network. Dari hasil penelitian ditemukan, yaitu metode ekstraksi fitur Fast Fourier Transform dengan mengambil root mean square (RMS) dan Power Spectrum dari proses FFT memperoleh tingkat akurasi klasifikasi 93%.

**Kata kunci:** jantung, FFT, Average Power Spectrum, Root Means Score, backpropagation

### ABSTRACT

Heart disease is a disease that is very dangerous. Even today in Indonesia an estimated 20 million or approximately 10% of the population of the archipelago suffer from heart disease. Such conditions make cardiovascular disease the number one killer in Indonesia. Not only in Indonesia, the number of heart patients in the world very much, it is estimated there are at least one billion people. This study was designed with the aim to classify the heart signal, the data taken from Physiobank namely MIT-BIH Arrhythmia Database and MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database, the data is processed by taking the feature extraction methods Fast Fourier Transform. The results of the feature extraction method used will be selected prior to use for the classification process. Classification is used using Backpropagation Neural Network. From the research found, namely the feature extraction method of Fast Fourier Transform by taking the Root Means Square and Power Spectrum from FFT process of obtaining a classification accuracy rate of 93%.

**Key words:** Heart, FFT, Average Power Spectrum, Root Means Score, backpropagation

### PENDAHULUAN

Bunyi jantung terdengar oleh ahli jantung dengan menggunakan stetoskop yaitu frekuensi rendah sinyal transien yang dihasilkan oleh getaran setelah penutupan dan pembukaan katup jantung, dan atau oleh getaran dari seluruh miokardium dan struktur terhubung.<sup>[1]</sup> Dari denyut jantung dihasilkan dua suara yang berbeda yang dapat didengar pada stetoskop, yang sering dinyatakan dengan lub-dub.<sup>[2]</sup> Suara Lub disebabkan oleh penutupan trikuspid dan katup mitral (atrioventrikular) memungkinkan aliran darah dari atrium (daun telinga) ke ventrikel (bilik jantung) dan untuk mencegah aliran balik. Umumnya, ini disebut bunyi jantung pertama (S1), yang terjadi hampir bersamaan dengan timbulnya kompleks QRS dari sinyal Elektrokardiografi dan terjadi sebelum sistol (periode jantung untuk kontrak). Suara Dub disebut bunyi jantung kedua (S2) disebabkan oleh penutupan katup semilunar (aorta dan pulmonal) membebaskan

darah ke dalam sistem peredaran darah dari paru-paru dan sistemik. Katup ditutup pada akhir sistol dan sebelum katup atrioventrikular membuka kembali. Suara S2 terjadi hampir bersamaan dengan akhir gelombang T sinyal Elektrokardiografi.<sup>[3]</sup> Suara ketiga jantung (S3) sesuai dengan penghentian pengisian atrioventrikular, sedangkan suara jantung keempat (S4) memiliki korelasi dengan kontraksi atrium. S4 suara sengatan memiliki amplitudo rendah dan komponen frekuensi rendah.<sup>[4]</sup>

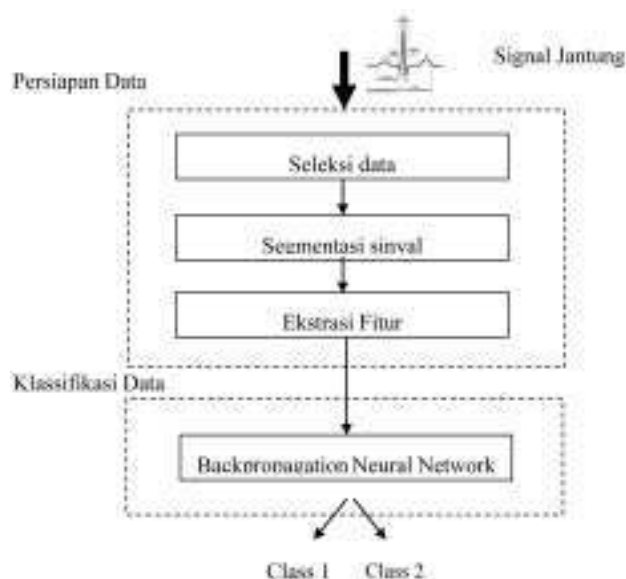
Jantung yang abnormal memperdengarkan suara tambahan yang disebut murmur.<sup>[5]</sup> Murmur disebabkan oleh pembukaan katup yang tidak sempurna atau stenosis (yang memaksa darah melewati bukaan sempit), atau dengan regurgitasi yang disebabkan oleh penutupan tidak sempurna dari katup dan menyebabkan aliran balik darah. Dalam setiap kasus suara yang muncul adalah karena aliran darah pada kecepatan tinggi (turbulensi) yang melewati bukaan sempit. Penyebab lainnya untuk murmur adalah kebocoran septum jantung yang memisahkan kiri

dan kanan sehingga darah mengalir dari ventrikel kiri ke ventrikel kanan sehingga mendistorsi sirkulasi sistemik. Sinyal EKG dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit jantung begitu banyak, tetapi sinyal ECG tidak sepenuhnya menggambarkan karakter hati, karena jantung juga dipengaruhi oleh pembukaan dan penutupan katup jantung adalah faktor dalam suara hati. Selain itu, ada kerusakan pada hati yang sulit dideteksi menggunakan EKG misalnya kelainan struktur alami atau membuka dan menutup katup jantung yang tidak sempurna, serta kerusakan pada jantung yang menyebabkan murmur jantung atau suara yang tidak normal.<sup>[6]</sup>

Dalam penelitian yang akan diteliti, peneliti mencoba mengklasifikasikan sinyal jantung normal dan tidak normal menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation untuk proses klasifikasi dan Fast Fourier Transform untuk mengambil ciri dari sinyal jantung baik yang normal maupun yang tidak normal. Data sinyal jantung diambil dari Physiobank database yaitu MIT-BIH Arrhythmia Database and MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database.

## METODOLOGI

Skema ini dirancang menggunakan algoritma dalam penelitian untuk klasifikasi sinyal Jantung ditunjukkan pada Gambar 1. Tahap pertama adalah tahap pengolahan data, pilihan data sampling, segmentasi data, dan ekstraksi fitur. Tahap selanjutnya adalah klasifikasi sinyal jantung, yang merupakan tujuan utama dari penelitian ini.



**Gambar 1.** Blok diagram dari sistem.

Penelitian ini menggunakan data dari Physiobank yaitu MIT-BIH Arrhythmia Database dan MIT-BIH normal Sinus Rhythm Database. Ada 15 file dengan panjang waktu 1 menit dan frekuensi sampel 360 Hz,

sinyal pulsa normal dan berbagai jenis aritmia pulsa. Semua file yang dipilih mengambil segmentasi 6 detik untuk mendapatkan 150 sampel dari data eksperimen.

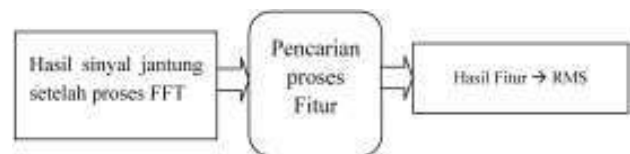
## Fast Fourier Transform (FFT)

### a. Root Mean Square (RMS)

Kekerasan sinyal jantung yang diambil dari sinyal untuk mengukur tingkat kekerasan sinyal setiap data sampel sinyal jantung. Signal didekati dengan menghitung Root Mean Square (RMS). Dalam matematika, dikenal sebagai RMS rata-rata kuadrat, adalah ukuran statistik dari besarnya jumlah yang bervariasi. RMS berguna ketika ada variasi dalam positif dan juga negatif, misalnya sinusoid. RMS digunakan di berbagai bidang, yang paling sering digunakan dalam bidang sinyal. RMS di fitur ini menghitung RMS dalam frekwensi domain/perhitungan FFT.

$$RMS_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M |u_{ij}|^2}{M}}, j \leq 1 \leq M \dots\dots\dots (1)$$

Sinyal jantung yang telah dipilih berdasarkan jantung normal dan abnormal, maka masing-masing sinyal diproses menggunakan FFT. Dari hasil FFT, kemudian diukur kekerasan sinyal setiap hati data sampel sinyal. Signal didekati dengan menghitung Root Mean Square (RMS).



**Gambar 2.** Arus masukan sinyal jantung setelah proses FFT.

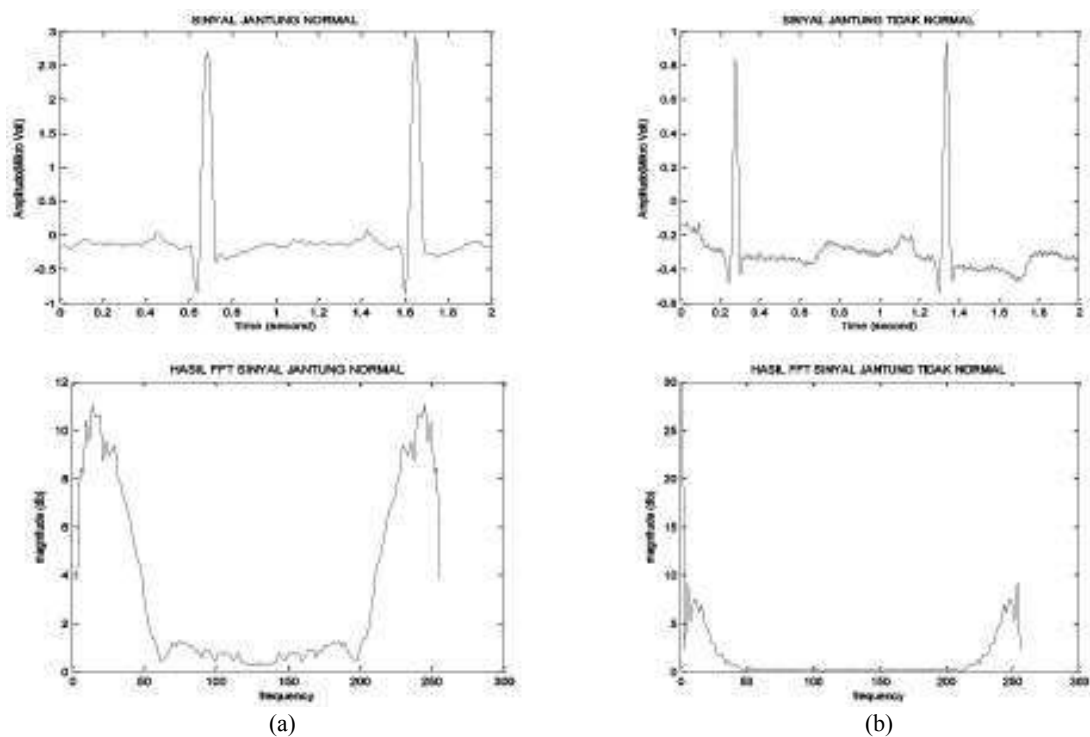
Sebanyak 150 sinyal jantung diekstrak untuk mendapatkan dua fitur khusus. 150 sinyal jantung data terdiri dari 75 normal dan 75 sinyal jantung yang abnormal. Salah satu fitur sinyal jantung dengan menghitung RMS dari FFT dengan algoritma berikut:

1. Masukan sinyal hasil dari proses FFT
2. Masukan banyak elemen data titik
3. Cari Root Mean Square (RMS) dengan persamaan 1

### b. Average Power Spektrum

Rata-rata Power Spektrum adalah proses untuk mengukur kekuatan rata-rata dari sinyal periodik deterministik. Jenis sinyal kontinu dalam domain waktu, tapi menghasilkan spektrum daya diskrit. Contoh sinyal sinusoidal terdiri dari sinyal-sinyal listrik yang memiliki energi tak terbatas, tapi kekuatan rata-rata terbatas. Pertama mengukur penggunaan listrik periodogram objek spektrum rata-rata dengan metode window Hamming, dan menghitung spektrum daya rata-rata. Berikut rumus untuk metode window Hamming untuk sampel-N.

$$W(n) = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), 0 \leq n \leq N-1 \dots (2)$$



**Gambar 3.** Sinyal jantung dalam domain waktu dan frekuensi (a) sinyal jantung normal (b) sinyal jantung yang tidak normal.

Setelah proses windowing menggunakan window Hamming, mengubah nilai yang menjadi nilai logaritmik.

$$avgpower = 10 \times \log_{10} \left( \frac{W(n)}{2} \right) \dots\dots\dots (3)$$

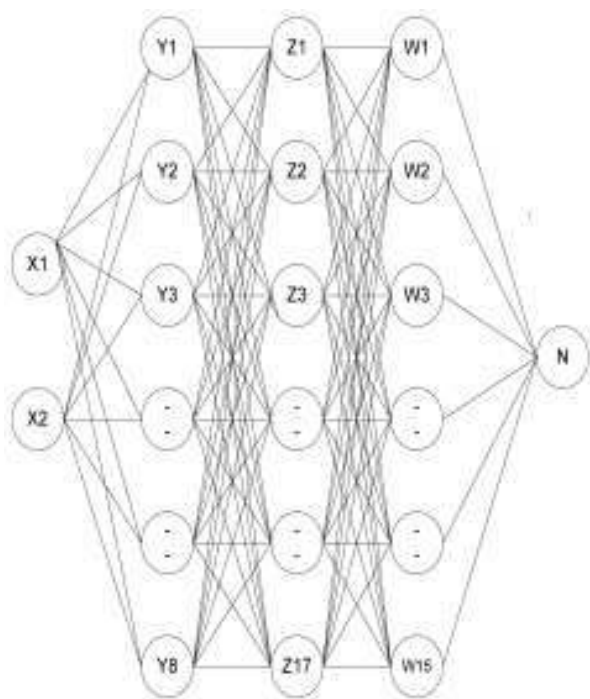
Menghitung rata-rata daya nilai window Hamming dengan algoritma berikut:

- 1. Masukan nilai hasil dari proses window Hamming
- 2. Masukan banyak elemen data titik
- 3. Tentukan nilai rata-rata daya Spectrum dengan persamaan 3.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini, Fast Fourier Transform mampu menampilkan karakterisasi frekuensi normal dan abnormal kondisi/gangguan jantung. Sinyal jantung normal dan tidak normal dalam domain waktu dan frekuensi dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil Fast Fourier Transform dalam bentuk vektor yang terdiri dari dua elemen RMS dan AVG telah siap sebagai masukan untuk klasifikasi sinyal jantung. Klasifikasi sinyal jantung diproses menggunakan Back Propagation jaringan syaraf seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 pemrosesan akhir dilakukan setelah proses awal adalah pencarian fitur.

Ekstraksi ciri RMS dan AVG digunakan untuk input ke Backpropagation, penelitian ini menggunakan Backpropagation (2-8-17-15-1) angka 2 merupakan masukan dari nilai RMS dan Nilai AVG, angka 3 lapisan tersembunyi, angka 8 merupakan jumlah



Catatan:  
X1, x2 = Input (Result of RMS and AVG)  
Y1, Y2, Y3,..., Y8 = Neuron-neuron hidden layer 1  
Z1, Z2, Z3, ..., Z17 = Neuron-neuron hidden layer 2  
W1, W2, W3, ..., W15 = Neuron-neuron hidden layer 3  
N = Output

**Gambar 4.** Arsitektur Jaringan Syaraf Backpropagation dengan 3 Hidden layer.

Tabel 1. Hasil RMS sinyal jantung

Sinyal	Sinyal 1	Sinyal 2	Sinyal 3	Sinyal 4	Sinyal 5
	Nilai Rms	Nilai Rms	Nilai Rms	Nilai Rms	Nilai Rms
Jantung normal	1876	1824	2009	2718	2716
Jantung Abnormal	3524	3525	4245	5495	5516

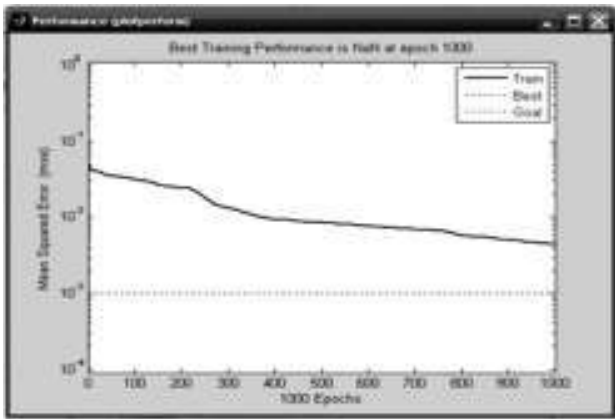
Tabel 2. Hasil AVG dari sinyal Jantung

Sinyal	Sinyal 1	Sinyal 2	Sinyal 3	Sinyal 4	Sinyal 5
	Nilai Avg	Nilai Avg	Nilai Avg	Nilai Avg	Nilai Avg
Jantung normal	-8.78	-9.03	-8.15	-7.15	-8.65
Jantung Abnormal	-6.33	-8.88	-5.60	-3.38	-7.81

node pada lapisan tersembunyi level 1, angka 17 merupakan jumlah node pada lapisan tersembunyi level 2, angka 15 merupakan jumlah node pada lapisan tersembunyi level 3 dan angka 1 merupakan target (jantung normal dan jantung abnormal). Data yang diambil dalam penelitian ini adalah 150 file data sinyal jantung. Satu file sinyal jantung memiliki 80 poin titik dan file sinyal jantung yang abnormal memiliki 277 titik data. Hasil nial RMS dan AVG ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 dengan mengambil lima contoh dengan nilai RMS dan AVG sinyal masing-masing.

Ada dua tahap untuk proses klasifikasi yaitu proses pembelajaran dan proses Mapping. Proses pembelajaran menggunakan parameter learning rate 0,1 dan error yang harus dicapai 0,001. Nilai untuk bobot yaitu acak dalam kisaran -1 sampai 1.

Dalam mencari kinerja parameter yang optimal untuk menghasilkan nilai yang terbaik dari jaringan saraf adalah melakukan penilaian berdasarkan ukuran Mean squared error (MSE) dan jumlah dari unit layer tersembunyi pada saat training. Contoh hasil kinerja dapat ditemukan pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh hasil kinerja proses pelatihan dengan lapisan tersembunyi 3.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, peneliti memperkenalkan Fast Fourier Transform dengan mengambil Root Mean Square (RMS) dan rata-rata Daya Spektrum sinyal jantung untuk mengekstrak fitur. jaringan syaraf backpropagation untuk klasifikasi. Data yang digunakan 75 data file sinyal jantung untuk pelatihan kemudian pada saat klasifikasi menjadi dua kelas dari file data sinyal jantung ditambah 75 sinyal data file sehingga terdapat 150 file data sinyal jantung, ketepatan klasifikasi propagasi 93% untuk data uji dengan menggunakan 3 lapisan tersembunyi. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah lapisan tersembunyi mempengaruhi jumlah Mean kuadrat error (MSE).

DAFTAR PUSTAKA

1. S Ranagayyan, "Biomedical Signal Analysis A Case-Study Approach," IEEE Press, John Wiley & Sons, INC, Canada, 2002.
2. J.P. de Vos, and M.M. Blanckenberg, "Automated Pediatric Cardiac Auscultation," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 54, pp. 244–252, 2007.
3. R.J. Lehner, and R.M. Rangayyan, "A Three-Channel Microcomputer System for Segmentation and Characterization of the Phonocardiogram," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. BME-34, pp. 485–489, 1987.
4. X. Zhang, L.-G. Durand, L. Senhadji, H.C. Lee, and J.-L. Coatrieux, "Time-Frequency Scaling Transformation of the Phonocardiogram Based of the Matching Pursuit Method," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp. 972–979, 1998.
5. M. Akay, J.L. Semmlow, W. Welkowitz, M.D. Bauer, and J.B. Kostis, "Detection of Coronary Occlusions Using Autoregressive Modeling of Diastolic Heart Sounds," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 37, pp. 366–373, 1990.
6. E.A. Suprayitno, R.Hendra, A. Arifin, "Analisa Sinyal Electrocardiography dan Phonocardiography Secara Simultan Menggunakan Continuous Wavelet Transform," Proceedings of the The 6th – EECCIS Seminar 2012 at Brawijaya University, Malang, pp. B18-1 - B18-6, 2012.

# Analisa Pengaruh Temperatur Tempering terhadap Sifat Mekanik Baja AAR-M201 Grade E

## Analysis Tempering Effect on Mechanical Properties of AAR-M201 Grade E

Tubagus N. Rohmannudin, Imam A. Suryana, Rochman Rochiem

<sup>1</sup> Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

<sup>2</sup> imamsuryana1@gmail.com,

<sup>3</sup> rochman@mat-eng.its.ac.id

### ABSTRAK

Coupler adalah salah satu komponen dalam kereta api yang berfungsi untuk menyambungkan antar gerbong kereta. Komponen ini terbuat dari low alloy cast steel yang sesuai dengan spesifikasi dari AAR-M201 grade E. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur tempering terhadap mikrostruktur dan sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E. Proses perlakuan panas yang dilakukan adalah hardening pada temperatur 925°C selama 3 jam, quenching menggunakan media pendingin air, kemudian dilanjutkan dengan tempering pada variasi temperatur 550, 600, dan 650°C selama 3 jam, dengan media pendingin udara. Pengujian yang dilakukan adalah metalografi, uji tarik, uji kekerasan, dan uji impak. Hasil yang didapatkan, baja AAR-M201 Grade E mempunyai struktur mikro bainit, perlit, dan ferrit setelah dilakukan proses hardening, dan menjadi bainit temper setelah dilakukan tempering. Hasil sifat mekanik yang paling optimal didapat saat temperatur tempering yang digunakan adalah 600°C, menghasilkan nilai kekuatan tarik 828,88 MPa, kekuatan luluh 735,64 MPa, elongasi 11%, reduksi area 31,35%, kekerasan 27 HRC, dan kekuatan impak sebesar 34 Joule pada temperatur -40°C. Sifat mekanik yang dihasilkan hampir seluruhnya memenuhi standar AAR, kecuali nilai elongasi.

**Kata kunci:** Baja AAR-M201 Grade E, hardening, tempering, temperatur

### ABSTRACT

Coupler is a component that used to connect each wagon in a train. It is made of low alloy cast steel under specification from AAR-M201 Grade E. This research aiming to know tempering temperature effect to microstructures and mechanical properties of AAR-M201 Grade E steel. Heat treatment used in this research is hardening – tempering. Steel hardened at 925°C for 3 hours, and tempered at 550, 600, and 650°C for 3 hours. Test was done to know the microstructures and properties is metallographic test, tensile test, hardness test, and impact test. The result shows that AAR-M201 Grade E steel has microstructure identified as bainite, perlite, and ferrite after hardened. The microstructure transform into tempered bainite after steel was tempered. Optimum mechanical properties was gotten from tempering temperature 600°C, producing tensile strength of 828.88 MPa, yield strength of 735.64 MPa, 11% elongation, 31.35% of area reduction, hardness 27 HRC, and impact strength of 34 Joule at -40°C.

**Key words:** AAR-M201 Grade E steel, hardening, tempering, temperature

### PENDAHULUAN

Ada banyak jenis baja yang digunakan dalam dunia industri. Salah satunya adalah baja paduan mangan (manganese steel) dengan standar penamaan AAR-M201. Baja standar ini khusus digunakan pada konstruksi komponen kereta api. Baja ini dibedakan menjadi beberapa grade, berdasarkan komposisi kimia dan sifat mekanik yang telah ditentukan oleh *AAR Manual of Standards and Recommended Practices: Couplers and Freight Car Draft Components*.<sup>[1]</sup>

Struktur mikro dan sifat mekanik baja merupakan dua hal yang saling terkait. Komposisi kimia dan proses perlakuan panas akan menentukan fasa yang terbentuk dalam struktur mikro baja paduan. Fasa yang berbeda dari struktur mikro akan menghasilkan sifat mekanik yang berbeda pula. Sifat mekanik baja menunjukkan respons baja terhadap beban mekanik yang bekerja. Respons ini

berupa deformasi (perubahan bentuk) baja yang bersifat sementara ataupun permanen. Untuk mendapatkan sifat mekanik yang diharapkan, perlu diperhatikan komposisi kimia baja dan perlakuan panas yang diberikan pada baja.

Baja paduan merupakan baja dengan tambahan beberapa unsur paduan. Penambahan unsur paduan dimaksudkan untuk memperbaiki sifat mekanik baja.<sup>[2]</sup> Adanya unsur mangan pada *manganese steel* dapat menaikkan kekuatan dan kekerasan. Pengaruh ini akan menjadi lebih efektif pada kadar karbon yang lebih tinggi. Pada kondisi *annealed*, baja mangan memiliki kekuatan dan keuletan yang relatif rendah, tetapi apabila dilakukan perlakuan panas *hardening* berupa *quenching* pada temperatur sekitar 1000°C maka nilai kekuatan, keuletan, dan kekerasannya akan naik cukup signifikan.<sup>[3]</sup>

Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam dalam keadaan padat selama waktu tertentu untuk

Tabel 1. Perbandingan Sifat Mekanik dan Komposisi AAR-M201 dari Masing-masing Grade

Grade dan Perlakuan Panas			Sifat Mekanik			
Grade	Perlakuan Panas*	Kekuatan Tarik (MPa)	Kekuatan Luluh (MPa)	Elongasi (%)	Reduksi Area (%)	Kekerasan (HB)
A	A/N	413	206	26	38	108
B	N/NT	482	262	24	36	208
C	NT/QT	620	413	22	45	241
D	QT	723	586	17	35	285
E	QT	827	689	14	30	311

Grade	Komposisi Kimia (%)		
	C	Mn	Si
A	0,32	0,90	1,50
B	0,32	0,90	1,50
C	0,32	1,85	1,50
D	0,32	1,85	1,50
E	0,32	1,85	1,50

(Association of American Railroads 2007)

\*A = Annealing  
N = Normalising  
NT = Normalising – Tempering  
QT = Quenching – Tempering

mendapatkan sifat tertentu. Dalam melakukan proses perlakuan panas, logam dipanaskan hingga temperatur tertentu dan menahannya pada temperatur tersebut untuk suatu waktu tertentu kemudian mendinginkannya dengan laju pendinginan tertentu. Laju pendinginan ini akan sangat tergantung pada media pendingin yang digunakan.<sup>[3]</sup> Proses pengerasan atau *hardening* merupakan suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk meningkatkan kekuatan dan memperbaiki sifat tahan lelah dari baja. Proses *hardening* dimulai dengan austenisasi, yaitu memanaskan baja hingga temperatur sedikit di atas temperatur kritis tinggi ( $A_3$ ) selama waktu tertentu, agar seluruh strukturnya menjadi austenit. Kemudian diikuti dengan *quenching*, yaitu pendinginan menggunakan medium dengan laju pendinginan cepat.<sup>[4]</sup> *Tempering* adalah proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan sampai temperatur di bawah temperatur kritis terendah ( $A_1$ ), lalu didinginkan pada laju yang diinginkan. Proses ini bertujuan untuk mengembalikan sebagian keuletan/ketangguhan, berakibat pada turunnya kekerasan, dan melepas tegangan dalam untuk memperoleh keuletan yang lebih baik.<sup>[5]</sup>

Penelitian ini membahas tentang efek perlakuan panas pada mikrostruktur dan sifat mekanik baja AAR-M201 grade E. Perlakuan panas yang dipakai adalah *hardening – tempering*, dengan variasi temperatur *tempering* yang digunakan adalah 550, 600, dan 650 °C. Kemudian dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui struktur mikro dan sifat mekanik baja, serta analisis mengenai pengaruh temperatur *tempering* yang digunakan terhadap struktur mikro dan sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E.

MATERI

Baja AAR-M201

Baja AAR-M201 merupakan jenis baja paduan yang sering digunakan untuk komponen mobil dan kereta api. Unsur paduan yang dominan dalam baja ini adalah unsur mangan. Berdasarkan komposisi kimia dan sifat mekaniknya, baja ini dapat dibagi dalam 5 jenis, dari Grade A hingga E. Grade A dan B merupakan baja dengan paduan mangan yang relatif sedikit, bila dibandingkan dengan grade C, D, dan E. Selain itu baja AAR-M201 Grade C, D, dan E pada umumnya telah mengalami perlakuan panas *hardening* untuk mendapatkan kekuatan dan kekerasan yang lebih tinggi. Berikut ini adalah perbandingan baja AAR-M201 dari setiap grade:

Perlakuan Panas

Untuk mendapatkan sifat logam yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan, terkadang penambahan unsur paduan saja tidaklah cukup. Perlu dilakukan perlakuan lain untuk membuatnya mempunyai sifat yang diinginkan, salah satunya adalah melalui perlakuan panas. Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanasan dan pendinginan terhadap logam dalam keadaan padat selama waktu tertentu untuk mendapatkan sifat tertentu. Dalam melakukan proses perlakuan panas, logam dipanaskan hingga temperatur tertentu dan menahannya pada temperatur tersebut untuk suatu waktu tertentu kemudian mendinginkannya dengan laju pendinginan tertentu. Laju pendinginan ini akan sangat tergantung pada media pendingin yang digunakan (Avner 1974).



Berdasarkan tujuannya, proses perlakuan panas dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu proses pelunakan dan proses pengerasan. Proses pelunakan bertujuan untuk menurunkan kekerasan baja, memperbaiki keuletan, dan meningkatkan *machinability* baja. Sementara proses pengerasan bertujuan untuk menaikkan kekerasan dan kekuatan baja, serta memperbaiki sifat tahan aus dan tahan lelah baja. Selain dari tujuan, perbedaan dari kedua proses perlakuan ini terletak pada proses pendinginannya. Proses pelunakan membutuhkan laju pendinginan yang lambat, sementara proses pengerasan membutuhkan laju pendinginan yang cepat.

Hardening

Proses pengerasan atau *hardening* merupakan suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk meningkatkan kekuatan dan memperbaiki sifat tahan lelah dari baja. Tahapan proses *hardening* pada Baja Paduan Mangan menurut Brunhubber (1988), adalah sebagai berikut:

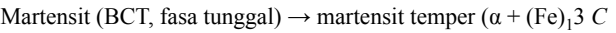
- 1. Pemanasan hingga temperturnya mencapai sedikit diatas temperatur kritis tinggi ( $A_3$ ) supaya struktur baja menjadi austenit (austenisasi).
- 2. Temperatur dipertahankan konstan selama waktu tertentu agar struktur baja menjadi homogen.
- 3. Pendinginan dilakukan dengan menggunakan medium yang memiliki laju pendinginan cepat (*quenching*).

Tempering

Baja hasil proses *hardening* akan mempunyai sifat mekanik berupa kekuatan dan kekerasan yang relatif tinggi, namun keuletan dan ketangguhannya menurun sehingga akan mempunyai efek yang buruk saat baja digunakan. Karena itulah, pada proses perlakuan *hardening* biasanya selalu diikuti dengan *tempering*. *Tempering* adalah proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan sampai temperatur di bawah temperatur kritis terendah ( $A_1$ ), lalu didinginkan pada laju yang diinginkan. Proses ini bertujuan untuk mengembalikan sebagian keuletan/ketangguhan, berakibat turunnya kekerasan, dan melepas tegangan dalam untuk memperoleh keuletan yang lebih baik (Clark dan Varney 1962).

*Quenching* yang dilakukan selama proses *hardening*, akan menghasilkan struktur mikro martensit. Struktur ini memiliki struktur BCT (*Body Centered Tetragonal*) dan bersifat metastabil. Apabila dilakukan pemanasan kembali secara bertahap, maka karbon yang terperangkap dalam struktur BCT akan keluar dan menjadi karbida,

sehingga strukturnya akan berubah menjadi BCC (*Body Centered Cubic*). Perubahan struktur mikro ini dapat terjadi pada proses *tempering*, melalui reaksi berikut:



Fasa tunggal martensit BCT, yang jenuh dengan karbon, bertransformasi menjadi martensit temper yang terdiri dari ferrit stabil dan sementit (Callister, 2007).

Karbon yang keluar dari struktur martensit akan menyebabkan tegangan di dalam BCT berkurang sehingga kekerasan dan kekuatannya juga berkurang. Di samping itu, saat kekerasan dan kekuatannya berkurang, sifat keuletan dan ketangguhannya justru semakin meningkat. Sehingga secara umum *tempering* berguna untuk memperbaiki sifat keuletan dan ketangguhan baja setelah dilakukan pengerasan. Namun dalam proses ini, temperatur *tempering* perlu diperhatikan karena bila temperatur penemperan semakin tinggi maka kekerasannya akan semakin rendah (Avner 1974).

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

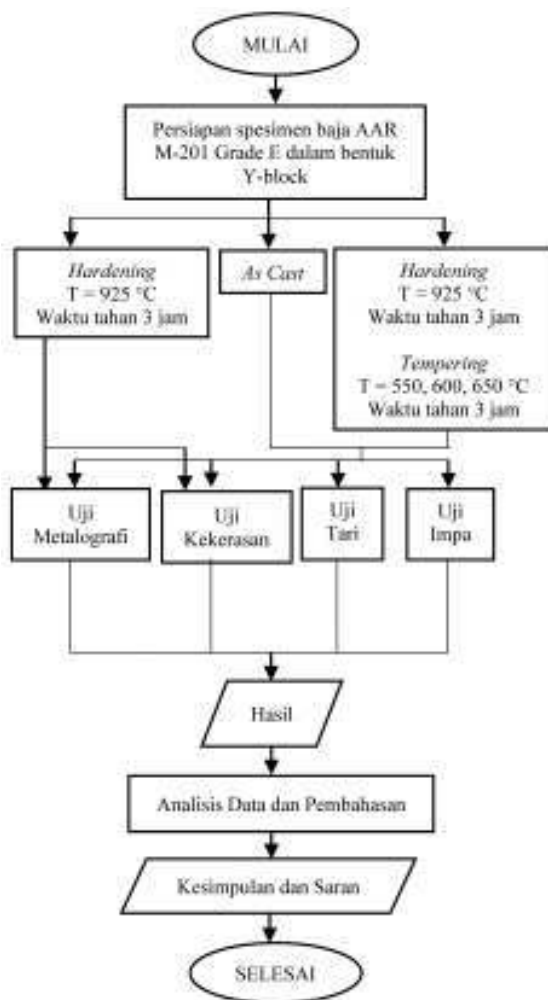
Baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja AAR-M201 Grade E, dengan komposisi kimia yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia baja AAR-M201 grade E

Unsur	Berat (%)
C, maks 0,32	0,282
Si, maks 1,50	0,425
Mn, maks 1,85	1,469
P, maks 0,04	0,02
S, maks 0,04	0,001
Cr	0,47
Mo	0,308
Cu	0,021
Ni	0,368
Al	0,077
Fe	Balanced
CE, maks 0,88	0,779

Diagram Alir

Tahap-tahap dalam penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

#### Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapur Pemanas  
Dapur pemanas yang digunakan adalah dielectric heating furnace dengan kapasitas 400V/60 Hz dan pemanasan maksimum 1280°C.
2. Mesin Uji Tarik  
Mesin uji tarik yang digunakan adalah Universal Testing Machine MFL System tipe UPD-20 dengan kapasitas maksimum 200 kN.
3. Mesin Uji Kekerasan  
Mesin uji kekerasan yang digunakan adalah Universal Hardness Tester HBRV seri 187.52 dengan kapasitas pembebanan maksimum 1000 kgf.
4. Mesin Uji Impact  
Mesin uji impact yang digunakan adalah mesin uji impact Charpy Wolpert tipe PW15 kapasitas 150 J.
5. Mikroskop Optik  
Mikroskop optik yang digunakan adalah mikroskop optik Olympus seri GX71 dengan perbesaran maksimum 1000×.

6. Peralatan lain seperti gerinda, gergaji, jangka sorong, mesin polis, mesin bubut, dan termometer.

#### Proses Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas yang dilakukan pada penelitian ini adalah *hardening-tempering*. Proses *hardening* dilakukan dengan memanaskan baja pada temperatur 925°C, menahan pada temperatur tersebut selama 3 jam, kemudian didinginkan cepat menggunakan media pendingin air. Kemudian diikuti dengan *tempering*. Baja yang telah dikeraskan dipanaskan kembali pada tiga variasi temperatur yang berbeda, yaitu 550, 600, dan 650°C, dan didinginkan pada media udara.

#### Pengujian

Setelah mengalami perlakuan panas, kemudian dilakukan pengujian mekanik serta pengamatan struktur mikro pada baja. Pengujian yang dilakukan di antaranya.

##### Uji Tarik

Uji tarik dilakukan berdasarkan standar ASTM E8M *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*.<sup>[6]</sup> Sifat mekanik yang ditinjau adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, elongasi, dan reduksi area.

##### Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan berdasar standar ASTM E10 *Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials*.<sup>[7]</sup> Pengujian kekerasan Brinell menggunakan indenter bola baja yang dikeraskan, dengan beban sebesar 187,5 kgf, dan waktu indentasi 10 detik. Hasil yang didapat dalam satuan BHN, yang kemudian dikonversi dalam satuan HRc untuk analisis lebih lanjut.

##### Uji Impak

Uji impact dilakukan berdasar pada standar ASTM E23 *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*.<sup>[8]</sup> Spesimen yang digunakan sesuai standar batang uji impact Charpy tipe A. Pengujian dilakukan pada tiga temperatur berbeda, yaitu 0, -40, dan -60°C.

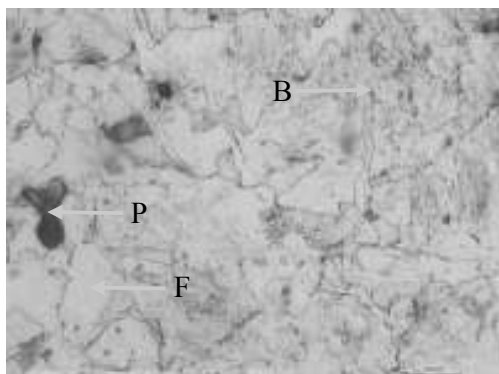
##### Uji Metalografi

Uji metalografi atau pengamatan struktur mikro dilakukan untuk menganalisis struktur mikro yang terbentuk dari baja AAR-M201 Grade E yang telah mengalami perlakuan panas. Preparasi spesimen dilakukan berdasarkan standar ASTM E3 *Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens*.<sup>[9]</sup> Etsa yang digunakan adalah pikral 4%, dengan komposisi 4 ml *picric acid* + 96 ml ethanol. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop optik, dengan perbesaran 1000×.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Struktur Mikro

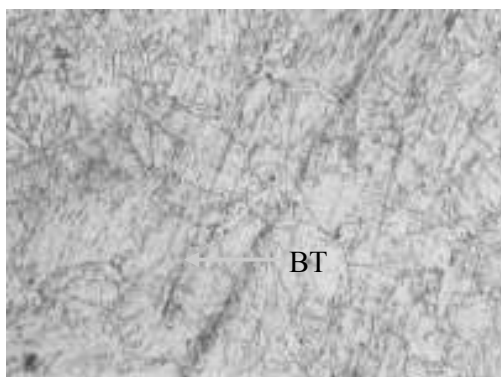
Struktur mikro pada baja AAR-M201 Grade E kondisi perlakuan *hardening* dengan temperatur austenisasi 925°C, waktu tahan 3 jam, media pendingin air, seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Struktur mikro baja AAR-M201 Grade E setelah quenching dari temperatur 925°C. Dietsa menggunakan pikral, perbesaran 1000×. B: Bainit; F: Ferrit; P: Perlit.

Struktur yang terbentuk terdiri atas beberapa fasa yang berbeda, yaitu kombinasi antara ferrit-perlit dan bainit. Struktur ini terbentuk akibat laju pendinginan yang relatif cepat, sehingga strukturnya tidak hanya menjadi ferrit-perlit saja namun juga terbentuk bainit.

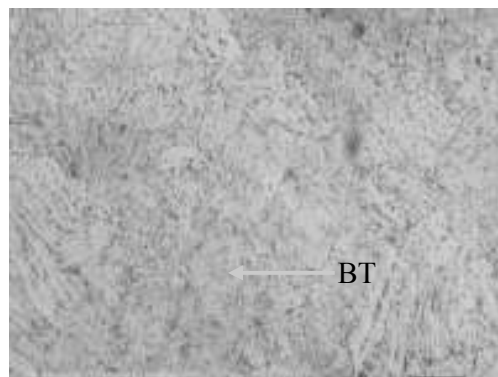
Struktur mikro pada baja AAR-M201 Grade E kondisi perlakuan *hardening* dengan temperatur austenisasi 925°C, waktu tahan 3 jam, media pendingin air, kemudian dilanjutkan perlakuan *tempering* dengan temperatur 550 °C dan waktu tahan 3 jam, adalah seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Struktur mikro baja AAR-M201 Grade E dengan perlakuan quenching – tempering pada temperatur 550°C. Dietsa menggunakan pikral, perbesaran 1000×. BT: Bainit temper.

Struktur mikro yang terbentuk adalah bainit temper. Strukturnya terdiri atas ferrit dengan partikel-partikel sementit non lamellar di dalamnya.

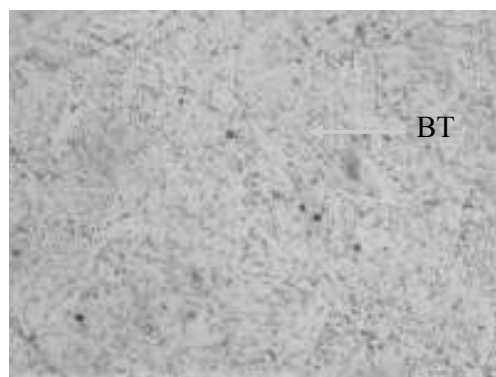
Struktur mikro baja AAR-M201 Grade E kondisi perlakuan *hardening* dengan parameter yang sama, kemudian dilanjutkan *tempering* pada temperatur 600°C dengan waktu tahan 3 jam, adalah seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Struktur mikro baja AAR-M201 Grade E dengan perlakuan quenching – tempering pada temperatur 600°C. Dietsa menggunakan pikral, perbesaran 1000×. BT: Bainit temper.

Struktur mikro yang terbentuk adalah bainit temper dengan struktur lebih kasar. Bilah-bilah ferrit saling menyatu dan membentuk butir yang lebih besar, seiring dengan semakin tingginya temperatur *tempering* yang digunakan. Selain itu, partikel sementit tersebar semakin merata.

Struktur mikro baja AAR-M201 Grade E kondisi perlakuan *hardening*, dilanjutkan perlakuan *tempering* pada tempertur 650°C, waktu tahan 3 jam, adalah seperti pada Gambar 5.

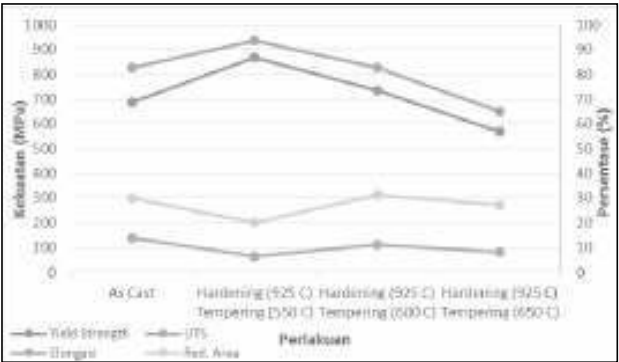


**Gambar 5.** Struktur mikro baja AAR-M201 Grade E dengan perlakuan quenching – tempering pada temperatur 650°C. Dietsa menggunakan pikral, perbesaran 1000×. BT: Bainit temper.

Struktur yang terbentuk adalah bainit temper. Area terang yang merupakan ferrit menjadi semakin luas dan partikel-partikel sementit yang terbentuk tidak lagi berbentuk pipih, namun cenderung berbentuk titik-titik dan bulatan kecil dengan distribusi yang lebih merata, bila dibandingkan dengan struktur pada gambar sebelumnya. Temperatur *tempering* yang tinggi menyebabkan terjadinya difusi unsur C dari ferrit dan presipitasi karbida dari austenit, sehingga sementit yang terbentuk lebih merata dan cenderung berbentuk bulat.

Uji Tarik

Sifat mekanik yang dapat ditinjau dari uji tarik adalah kekuatan tarik, kekuatan luluh, elongasi, dan reduksi area. Hasil uji tarik ditunjukkan pada Gambar 6.

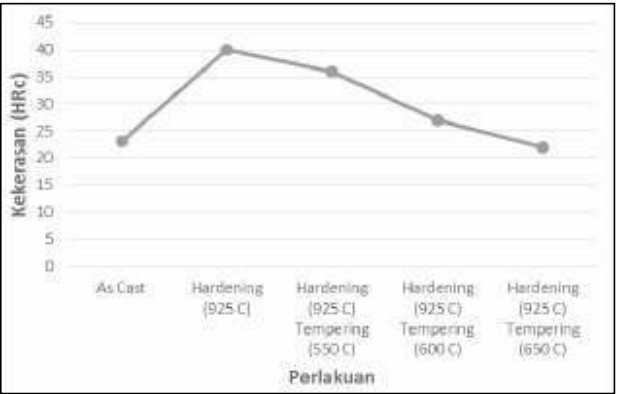


Gambar 6. Pengaruh kondisi perlakuan baja AAR M-201 Grade E terhadap kekuatan tarik, kekuatan luluh, persen elongasi, dan reduksi area.

Kekuatan tarik dan kekuatan luluh paling optimal didapat dari proses *tempering* pada temperatur 550°C. Dari proses tersebut didapat kekuatan tarik sebesar 938,43 MPa dan kekuatan luluh 870,22 MPa. Nilai kekuatan luluh dan kekuatan tarik makin turun seiring dengan semakin tingginya temperatur yang digunakan dalam proses *tempering*. Persen elongasi dan reduksi area paling optimal didapat dari proses *tempering* pada temperatur 600°C, dengan elongasi sebesar 11,07% dan reduksi area sebesar 31,35%.

Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan baja AAR-M201 Grade E pada tiga kondisi perlakuan yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 7.

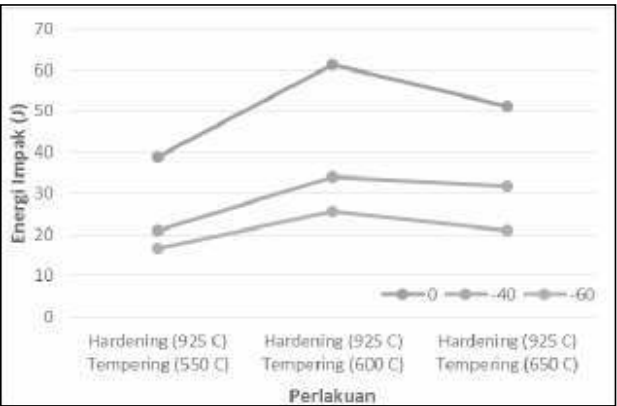


Gambar 7. Pengaruh kondisi perlakuan baja AAR-M201 Grade E terhadap kekerasan.

Baja yang mengalami perlakuan *hardening* saja memiliki kekerasan 40 HRC, lebih keras dibandingkan baja yang mengalami perlakuan *hardening-tempering*. Dari ketiga variasi perlakuan *hardening-tempering*, nilai kekerasan paling tinggi didapat dari proses *tempering* pada temperatur 550°C, dengan nilai sebesar 36 HRC. Nilai kekerasan baja menjadi semakin rendah ketika temperatur *tempering* yang digunakan semakin tinggi.

Uji Impak

Uji impact dilakukan untuk menganalisis ketangguhan baja. Ketangguhan baja ditinjau dari energi impact, yaitu besar energi yang mampu diserap oleh baja. Hasil uji impact terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengaruh kondisi perlakuan baja AAR M-201 Grade E terhadap energi impact.

Dari ketiga temperatur pengujian, energi impact paling optimal didapat dari *tempering* pada temperatur 600°C, dengan nilai sebesar 25,73 Joule pada temperatur -60°C, 34 Joule pada temperatur -4°C, dan 61,33 Joule pada 0°C. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin rendah temperatur yang digunakan saat uji impact, maka semakin kecil nilai energi impact.

PEMBAHASAN

Pada pengamatan struktur mikro, struktur mikro yang terbentuk setelah proses *hardening* terdiri atas ferrit, perlit, dan bainit. Sementara setelah proses *tempering* struktur yang terbentuk adalah bainit temper. Secara teoritis, saat baja didinginkan cepat, maka struktur yang terbentuk adalah martensit.<sup>[10]</sup> Namun, pada penelitian ini struktur yang terbentuk adalah bainit, ferrit, dan perlite. Martensit tidak terbentuk karena kadar karbon yang terdapat dalam baja cukup rendah, tidak cukup banyak untuk membentuk struktur martensit.

Transformasi bainit terjadi akibat laju pendinginan yang cepat. Pendinginan yang cepat mengakibatkan austenit tidak mempunyai waktu yang cukup untuk bertransformasi menjadi perlit, sehingga struktur yang terbentuk hampir menyerupai perlit, yaitu bainit. Pada proses transformasinya, austenit mengalami driving force yang besar untuk berubah dari FCC (*Face Centered Cubic*) menjadi BCC (*Body Centered Cubic*), sehingga terbentuk ferit. Ferrit mempunyai nilai kelarutan karbon yang kecil, sehingga karbon yang tidak mampu dilarutkan ferit berdifusi keluar membentuk karbida sementit (Fe<sub>3</sub>C). Austenit yang bertransformasi menjadi ferit dan karbon yang berdifusi keluar membentuk karbida, menghasilkan struktur berupa bilah-bilah ferit yang saling terhubung dan didalamnya terdapat partikel sementit yang memanjang dengan arah hampir sejajar dengan sumbu pertumbuhannya. Jumlah dan kontinuitas layer sementit dipengaruhi oleh kadar karbon baja.<sup>[11]</sup> Struktur mikro bainit yang terbentuk pada baja ini adalah bainit atas.<sup>[12]</sup>

Temperatur *tempering* yang relatif tinggi menyebabkan terjadinya *recovery*, menghilangkan batas butir diantara bilah-bilah yang mempunyai sudut yang kecil, menyebabkan bilah-bilah yang berdekatan saling menyatu, sehingga strukturnya menjadi lebih kasar.<sup>[13]</sup> Semakin tinggi temperatur *tempering* yang digunakan maka semakin besar ukuran ferit dan semakin banyak jumlah karbida sementit. Hal ini karena semakin tinggi temperatur *tempering* mengakibatkan difusi unsur C dari ferit jenuh, juga presipitasi karbida dari austenit yang kaya (dekomposisi austenit).<sup>[11]</sup>

Hasil uji mekanik kemudian dirangkum, untuk dibandingkan dengan standar AAR, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan sifat mekanik baja AAR-M201 Grade E hasil tempering dari tiga temperatur berbeda

Sifat Mekanik	Standar AAR	Tempe ring 550°C	Tempering 600°C	Tempering 650°C
Kekuatan Tarik (MPa)	827,37	938,43	828,88	650,47
Kekuatan Luluh (MPa)	689,47	870,22	735,6	570,1
Elongasi (%)	14	6,52	11,07	8,27
Reduksi Area (%)	30	20,05	31,35	27,26
Kekerasan (HRC)	22,6–31	36	27	22
Kekuatan impact (Joule) pada -40°C	27,12	21	34	31,83

Hasil yang paling optimal didapat dari proses *tempering* pada temperatur 600°C, di mana hampir semua sifat mekaniknya memenuhi standar AAR, kecuali nilai elongasi. Sementara hasil yang paling tidak sesuai didapat dari proses *tempering* pada temperatur 650 °C, di mana hanya kekuatan impact yang memenuhi standar.

Semakin tinggi temperatur yang digunakan dalam proses *tempering* maka semakin menurun nilai kekuatan dan kekerasannya.<sup>[10]</sup> Hal ini disebabkan karena pada temperatur *tempering* yang tinggi, terjadi *recovery* yang menyebabkan hilangnya batas butir dan membuat ukuran butir semakin besar.<sup>[13]</sup> Batas butir menyimpan tegangan yang tinggi, sehingga ketika batas butir menghilang, berakibat pada berkurangnya kekuatan dan kekerasan yang dimiliki baja. *Tempering* pada temperatur tinggi juga mengubah bentuk karbida dari yang semula memanjang (*elongated*) menjadi bulat (*sphere*). Karbida dengan bentuk memanjang menyimpan tegangan yang lebih tinggi bila dibanding karbida berbentuk bulat, sehingga saat karbida berubah bentuk menjadi bulat maka kekuatan dari baja menjadi turun. *Tempering* pada temperatur diatas 500°C menyebabkan pelarutan kembali unsur paduan.<sup>[13]</sup> Unsur paduan seperti kromium (Cr) dan Molibden (Mo) yang sebenarnya dapat menghambat penurunan kekerasan saat proses *tempering*, larut dalam ferrit dan sulit untuk membentuk karbida karena kadar unsur paduan dan kadar karbon yang rendah, sehingga penurunan nilai kekerasan tidak dapat dihindari.

Semakin tinggi temperatur *tempering* yang digunakan maka akan semakin baik keuletan dan ketangguhan baja.<sup>[10]</sup> Nilai keuletan dan ketangguhan baja dari *tempering* pada temperatur 600°C lebih tinggi daripada yang dihasilkan dari *tempering* pada temperatur 550°C. Hal ini disebabkan karena struktur mikro menjadi semakin kasar dan butir yang menjadi semakin besar,

akibat *recovery*, saat temperatur *tempering* yang digunakan semakin tinggi. Semakin tinggi temperatur yang digunakan dalam proses *tempering*, maka akan semakin kasar struktur mikro yang dihasilkan, berakibat pada keuletan dan ketangguhan baja yang menjadi semakin baik. Namun nilai keuletan dan ketangguhan yang dihasilkan dari *tempering* pada temperatur 650°C lebih rendah daripada yang dihasilkan dari *tempering* pada temperatur 600°C. Pada proses *tempering* di atas 600°C, *recovery* yang terjadi pada bainit sangat kecil, sehingga tidak ada perubahan yang signifikan pada struktur mikro, terutama pada morfologi ferrit dan ukuran butir.<sup>[14]</sup> Akibatnya, tidak terjadi peningkatan yang signifikan pada keuletan dan ketangguhan. Pada penelitian ini, nilai ketangguhan dan keuletan justru semakin rendah saat temperatur *tempering* yang digunakan 650°C, karena *tempering* pada temperatur 650°C menyebabkan distribusi karbida menjadi semakin merata, mengakibatkan nilai keuletan dan ketangguhannya menurun. Nilai keuletan dan ketangguhan paling optimal didapat saat baja di *tempering* pada temperatur 600°C.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang analisis pengaruh temperatur *tempering* terhadap struktur mikro dan sifat mekanik pada baja AAR-M201 Grade E, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Temperatur *tempering* mempengaruhi struktur mikro baja AAR-M201 Grade E. *Tempering* pada baja AAR-M201 Grade E menghasilkan struktur mikro bainit temper. Peningkatan temperatur *tempering* mengakibatkan struktur menjadi semakin kasar dan mengakibatkan perubahan bentuk pada karbida sementit ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), yang semula cenderung memanjang (*elongated*) menjadi cenderung berbentuk bulat (*sphere*).
2. Temperatur *tempering* mempengaruhi sifat mekanik baja AAR-201 Grade E. Semakin tinggi temperatur pada proses *tempering* menyebabkan kekuatan luluh, kekuatan maksimum, dan kekerasan menurun, serta keuletan dan energi impak meningkat. Hasil sifat mekanik paling optimal didapat dari proses *tempering* pada temperatur 600°C, menghasilkan nilai kekuatan tarik 828,88 MPa, kekuatan luluh 735,64 MPa, elongasi 11%, reduksi area 31,35%, kekerasan 27 HRC, dan kekuatan impak sebesar 34 Joule pada temperatur -40°C. Nilai yang dihasilkan hampir seluruhnya memenuhi standar AAR, kecuali nilai elongasi.

### Saran

Untuk dapat menciptakan baja yang memenuhi standar AAR-M201 Grade E, saran yang dapat diberikan adalah untuk melakukan penelitian lebih lanjut pada

proses *tempering* sekitar 600°C. Karena dari hasil penelitian, hasil sifat mekanik paling optimal didapatkan dari proses *tempering* pada temperatur 600°C, di mana hampir semua sifat mekaniknya memenuhi standar, kecuali elongasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terciptanya tulisan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak diantaranya kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah kepada penulis, kepada segenap keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis, kepada Bapak Dr. Agung Purniawan, ST., M. Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS, kepada Bapak Ir. Rochman Rochiem, M.Sc dan Bapak Tubagus Noor Rohmannudin, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing tugas akhir, kepada segenap tim penguji pada seminar dan sidang tugas akhir, kepada Bapak Beny Andhika, ST., dan PT. Barata Indonesia (Persero), kepada seluruh dosen dan jajaran staff jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS, dan kepada seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1 **Manual of Standards and Recommended Practices**, Washington D.C: The Association of American Railroads, 2007.
- 2 F. Campbell, **Elements of Metallurgy and Engineering Alloys**, New York: ASM International, 2008.
- 3 S.H. Avner, **Introduction to Physical Metallurgy**, New York: Mc.Graw Hill Publishing Co. Inc., 1974.
- 4 E. Brunhuber, **Giesserei Lexikon**, Berlin: Fachverlag Schiele & Schoen, 1988.
- 5 D.S. Clark dan W. Varney, **Physical Metallurgy for Engineers**, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1962.
- 6 **ASTM E8/E8M: Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials**, ASTM International, 2007.
- 7 **ASTM E10: Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials**, ASTM International, 2010.
- 8 **ASTM E23: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials**, ASTM International, 2002.
- 9 **ASTM E3: Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens**, ASTM International, 2007.
- 10 W. D. Callister, **Materials Science and Engineering an Introduction**, vol. 7, New York: John Wiley & Sons. Inc., 2007.
- 11 H.K.D.H. Bhadhesia dan R.W.K. Honeycombe, **Steels: Microstructure and Properties**, Oxford: Elsevier, 2006.
- 12 **ASM Handbook vol. 9: Metallography and Microstructure**, ASM International, 2004.
- 13 D. Li, F. Huang, S. Wang, Y. Xiong, S. Xing dan T. Xiong, "Effect of tempering temperature on microstructures and properties of niobium and titanium microalloying low carbon bainite steel," dalam *2nd International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology*, Paris, 2012.
- 14 K.J. Irvine, F.B. Pickering dan W.C. Heselwood, **J. Iron and Steel Institute**, 1957, pp. 54–67.

# Re-Measuring Penggunaan Cream Sepatu dengan Root Cause Analysis dan Metode Taguchi di Departemen Fullshoe PT. ABC

Silviana Rosalika<sup>1</sup> dan Wiwik Sulistiyowati<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jalan Raya Gelam No. 250, Gelam, Candi, Sidoarjo, Jawa Timur 61271

silvianarosalika@gmail.com

## ABSTRACT

*PT. ABC is a shoe factory that produce shoes for countries that have 4 seasons such Europe and America. PT. ABC imported special supporting material to produce high quality shoes in the world and that supporting material is uniform with other unit. Special supporting material named cream is chemical for finishing process to make shoes more value added. Base on observation data waste for cream is the biggest lost costing because of high temperature and unprecise composition. Analysed from data consumption cream antiqua superdye color 22 week 41 until 48 in 2015 found the side-effect high temperature for material cream in full shoe department PT. ABC. Criteria good quality cream is soft texture, colour mix well and easily applicable. This research use two methods, they are Root Cause Analysis to find out the root cause of the problem for waste cream and no have same problem in the future. Second is Taguchi method to improve the quality of cream, reduce unnecessary process and to optimize for using cream. The outcome for this research is to decrease the consumption of cream, before is 14 kg over consumption and after re-measuring still found 3 kg over consumption for 8 weeks. The summary is this research succeed reducing until 11 kg for over consumption on cream.*

**Key words:** quality, composition shoe cream, Root Cause Analysis, Taguchi method

## PENDAHULUAN

Departemen Fullshoe PT. ABC adalah sebuah perusahaan sepatu yang memproduksi sepatu untuk negara-negara yang memiliki 4 musim, yaitu musim dingin, musim salju, musim hujan dan musim panas. Perusahaan sepatu PT. ABC telah tersebar di berbagai negara di Asia maupun Eropa. Seiring dengan perkembangan perusahaan yang semakin besar PT. ABC menerapkan standar kualitas yang sama untuk keseragaman produknya agar tetap diminati oleh pelanggan. Untuk mencapai keseragaman produk dan menjamin kualitas maka semua unit PT. ABC menggunakan *chemical* dari *supplier* yang sama. *Chemical* ini digunakan untuk *finishing* sepatu agar tampilannya lebih natural dan menarik. Salah satu *chemical* yang penting untuk sebuah sepatu adalah *cream*, yaitu sejenis semir sepatu yang berbahan dasar air (*waterbase*). Penggunaan *cream* berbahan dasar air ini telah disepakati oleh semua unit PT. ABC karena lebih ramah lingkungan dan aman bagi pengguna.

## TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas mempunyai banyak makna sehingga sering kali sulit didefinisikan dan tidak ada definisi yang bisa diterima secara universal. Definisi-definisi tersebut diantaranya: (1). Menurut Taguchi kualitas adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan

dengan umur produk atau jasa. (2). Menurut M.Suyanto (Amikom Yogyakarta) kualitas merupakan seberapa baik sebuah produk sesuai dengan kebutuhan spesifik pelanggan. Kualitas meliputi kinerja, kesesuaian, daya tahan dan keandalan. (3). Goetsh & Davis (1994) kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, layanan, manusia, proses, lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan. (4). *Harvard Business school* menyatakan bahwa kualitas merupakan hal penting bagi seluruh produk/jasa. Kualitas adalah satu dari tiga faktor penting yang mempengaruhi konsumen ketika mereka ingin membeli sebuah produk/jasa. (5). ISO-8402 (Loh, 2001) kualitas adalah totalitas dari fasilitas dan karakteristik suatu produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan, yang tersurat atau tersirat. (6). Tjiptono (2004) mendefinisikan kualitas sebagai kecocokan untuk pemakaian (*fitness for use*). Definisi lain yang lebih menekankan pada orientasi pemenuhan harapan pelanggan, kualitas adalah perbaikan terus-menerus. (7). Kadir (2001) menyatakan bahwa kualitas adalah suatu tujuan yang sulit dipahami (*elusive goal*), sebab harapan dari konsumen akan selalu berubah. Setiap ada standard baru yang lebih baik ditemukan, maka konsumen akan menuntut lagi agar diperoleh standard baru yang lebih baik lagi. Dalam pandangan ini maka kualitas merupakan suatu proses dan bukan merupakan suatu hasil akhir (*continuitas quality improvement*). (8). Menurut Deming, kualitas adalah pertemuan kebutuhan dan harapan konsumen secara berkelanjutan atas biaya yang mereka keluarkan. (9). Philip Crosby menyatakan kualitas adalah kesesuaian sesuatu dengan

yang diisyaratkan. (10). Menurut Juran, kualitas adalah kesesuaian yang digunakan, mencakup keistimewaan produk yang mampu memenuhi kebutuhan konsumen dan terbebas dari defisiensi. (11). Elliot mengatakan kualitas merupakan sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda pula dan hal tersebut bergantung pada waktu dan tempat yang sesuai dengan tujuannya. (12). Feigenbaum menyatakan kualitas adalah keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture* dan *maintenance* di mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.

Pengertian *re-measuring* secara harfiah adalah mengukur ulang. Dalam hal ini obyek yang diukur ulang adalah penggunaan *cream* sepatu di departemen *fullshoe* PT. ABC, pengukuran ulang ini bertujuan untuk mencari sebab yang menjadi akibat pada masalah yang sedang diamati. Pengukuran ulang *cream* ini menggunakan metode Taguchi dalam bereksperimen, di mana variabel tak bebas adalah karakteristik kualitas yang terdiri dari tiga kategori, yaitu: (1) Karakteristik yang dapat diukur: semua hasil akhir yang diamati dapat diukur dengan skala kontinyu, contoh: temperatur, berat, tekanan dan lain-lain. (2) Karakteristik atribut: hasil akhir yang diamati tidak dapat diukur dengan skala kontinyu tetapi dapat diklasifikasikan secara kelompok, contoh: retak, jelek, baik dan sebagainya. (3) Karakteristik dinamik: merupakan fungsi representasi dari proses yang diamati. Proses yang diamati digambarkan sebagai *signal* dan *output* digambarkan sebagai hasil dari *signal*, contoh: sistem transmisi otomatis dengan *input* putaran mesin dan *output* adalah perubahan getar (Soejanto. 2009).

## METODOLOGI PENELITIAN

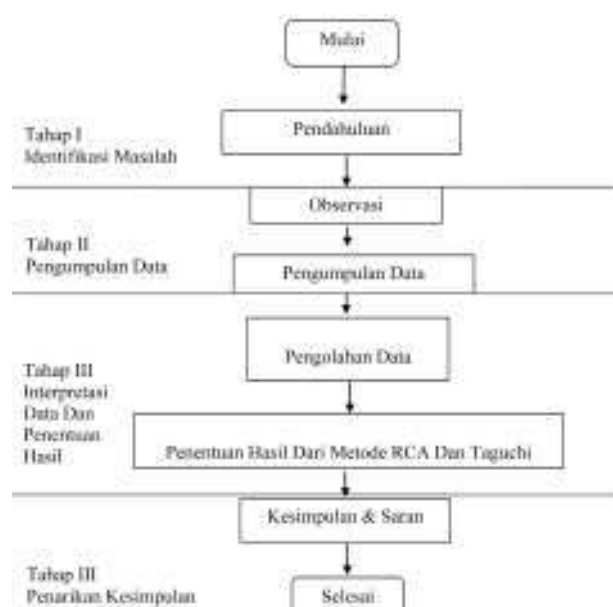
Penelitian ini dilakukan di PT. ABC, sebuah perusahaan sepatu yang berada di daerah Candi Sidoarjo. Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur ulang komposisi *cream* agar penggunaannya lebih optimal.

### Pendahuluan

Tujuan dilaksanakannya studi pendahuluan ini adalah untuk memperoleh masukan mengenai objek yang akan diteliti. Studi ini diharapkan dapat memperoleh informasi mengenai permasalahan yang terjadi di departemen *full shoe* PT. ABC. Studi pendahuluan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati, melihat, mengukur dan wawancara dengan pihak perusahaan.

### Observasi

Metode observasi ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data secara langsung di lapangan mengenai kondisi actual penggunaan *cream* pada sepatu. Dari observasi ini diharapkan dapat diperoleh: (a) Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung di lapangan



Gambar 1. Alur Penelitian.

berdasarkan wawancara dengan operator maupun manajemen PT. ABC. (b) Data sekunder, yaitu berupa arsip, foto dan dokumentasi dari pihak perusahaan. (c) Melakukan studi pustaka dari berbagai literatur.

### Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan dengan cara studi pustaka melalui buku-buku referensi untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan judul tugas akhir yang diangkat.

### Pengumpulan Data

Sumber data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara dan studi langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder didapat dari studi literatur dan buku-buku.

### Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* dan Metode Taguchi untuk memecahkan permasalahan yang sedang terjadi di departemen *full shoe* PT. ABC.

### Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah merupakan rangkuman dari hasil pengolahan data dan pemecahan masalah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data ini dilakukan untuk memperoleh gambaran seobjektif mungkin atas peristiwa yang terjadi di departemen *fullshoe* PT. ABC. Data selain diperoleh melalui wawancara dan melihat langsung penggunaan *cream antiqua superdye color 22*, juga diperoleh dari data

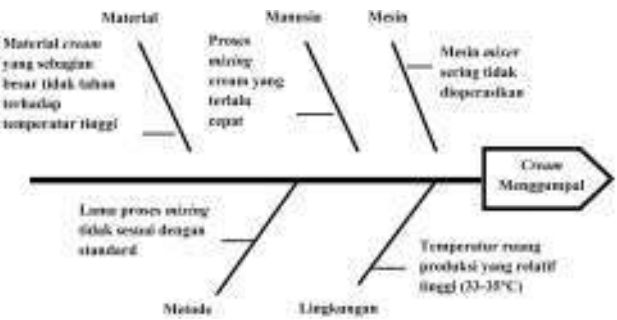


history operator chemical bagian pencampuran cream. Data yang sudah dikumpulkan merupakan penyebab adanya masalah-masalah berikut:

1. Melambungnnya biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk pembelian cream sepatu selama 6 bulan terakhir/satu musim, hal ini tertera dalam annual report yang rutin disampaikan pada akhir tahun.
2. Over consumption pada material cream yang diperoleh dari data operator chemical. Data konsumsi cream di departemen fullshoe ini diperoleh dari minggu ke-41/W41 sampai dengan minggu ke-48/W48 di tahun 2015. Data tersebut ditampilkan pada tabel 1.

**Fishbone Diagram Untuk Mencari Akar Masalah**

Mencari akar penyebab adalah langkah selanjutnya yang nantinya akan berguna untuk menganalisa faktor-faktor penyebab cream Antiqua Superdye Color 22 ini mengalami penggumpalan selama proses produksi. Setelah melakukan pengamatan dan brainstorming dengan pengawas bagian material cream, maka didapat diagram sebab-akibat untuk penyebab utama menggumpalnya cream seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Sebab-Akibat Cream Menggumpal.

Berdasarkan gambar 2 bisa diketahui beberapa faktor yang memengaruhi penggumpalan pada material cream adalah sebagai berikut:

1. Faktor Material  
Material cream Antiqua Superdye ini berbahan dasar air/waterbase dengan proses penyimpanan yang sudah diatur oleh pihak supplier yaitu pada ruang bersuhu rendah.

2. Faktor Manusia  
Proses pencampuran/mixing yang terlalu cepat juga berpengaruh terhadap kualitas cream. Terutama jika antara bahan yang satu dengan yang lain tidak tercampur dengan rata maka bukan saja menyebabkan warna yang tidak konsisten tetapi juga mengakibatkan cream lebih mudah menggumpal.
3. Faktor Mesin  
Mesin mixer yang seharusnya digunakan untuk mempermudah pengadukan dan pencampuran cream sering kali tidak dioperasikan dengan alasan penghematan biaya listrik.
4. Faktor Metode  
Salah satu penyebab menggumpalnya cream ini adalah proses pencampuran yang terlalu cepat dan tidak sesuai dengan Standard Operating Procedur (SOP).
5. Faktor Lingkungan  
Dari lingkungan sendiri adalah faktor suhu ruang produksi yang relatif tinggi yaitu antara 33-35°C yang potensial sebagai pemicu penggumpalan pada material cream. Walaupun tempat penyimpanan sudah sesuai standard, tetapi untuk pencampuran cream ini sendiri butuh takaran yang tepat agar kualitasnya tetap terjaga.

**Diagram Pareto**

Sesuai konsep Pareto (pembagian 80: 20) maka jenis kecacatan menggumpal belum mencapai 80% dari total produk, menggumpal hanya pada kisaran 57%. Maka jenis kecacatan ke-2 yaitu ‘berubah warna’ juga dimasukkan ke dalam kriteria yang harus diperbaiki, dengan persentase 21%. Selanjutnya adalah pembuatan diagram pareto seperti pada gambar 3.

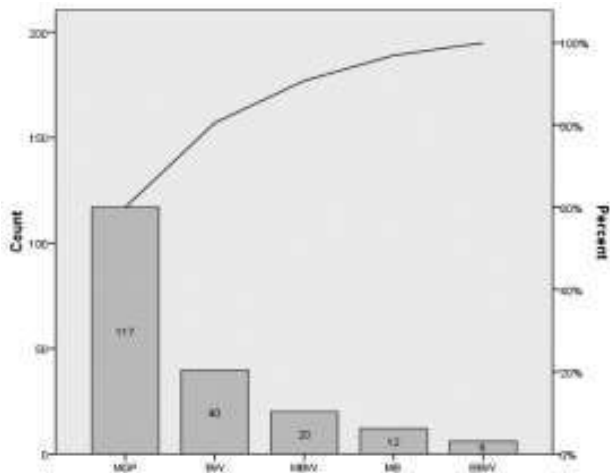
Dari tabel frekuensi produk cacat yang sudah dibuat, maka akan muncul diagram pareto seperti yang ditampilkan pada gambar 3 ini.

**Penentuan Parameter Perbaikan Dengan Metode Taguchi**

Pada percobaan ini akan diidentifikasi penyebab utama terjadinya waste yang pada material cream. Faktor-faktor yang diamati akan dipisahkan menjadi 2 bagian, yaitu faktor kontrol di mana nilai faktor ini nantinya bisa diatur dan dikendalikan. Sedangkan yang

**Tabel 1.** Data Consumption Cream Antiqua Superdye Color 22

MATERIAL	MATERIAL DESCRIPTION	W41	W42	W43	W44	W45	W46	W47	W48	REMARK
R80007600022	Antiqua Superdye 364506 Col. 22									
		10			20	15	25		10	80 Stock
	63263401014				25					94 Consump.
	63251401014	12				18				
	63253401014						24		15	14 Over



Gambar 3. Diagram Pareto Frekuensi Produk Cacat.

Keterangan gambar:  
MGP = Menggumpal  
BW = Berubah warna  
MBW = Menggumpal & berubah warna  
MB = Menggumpal & berbau  
BBW = Berbau & berubah warna

ke-2 adalah faktor gangguan yaitu faktor yang nilainya tidak dapat kita atur dan kita kendalikan, walaupun bisa akan menghabiskan biaya yang sangat mahal. Jadi kedua faktor ini yang menjadi parameter perbaikan selanjutnya. Kemudian selain faktor kontrol juga ditentukannya nilai level yang bertujuan agar hasil penelitian lebih akurat dan penentuan biaya analisa. Dalam penelitian ini faktor kontrol yang didapat terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Faktor Kontrol Dan Nilai Level

Faktor Kontrol	Satuan	Level 1	Level 2	Level 3
Antiqua Superdye	Gram	X1	X2	X3
Nuancing	Gram	30	35	40
Waktu Pengadukan	Menit	3	4	5
Temperatur	°C	33	34	35

Pembuatan Orthogonal Array

Matriks Ortogonal atau *Orthogonal Array* adalah matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen, sedangkan baris adalah kombinasi level dan faktor dalam eksperimen. Dari 4 faktor dan 3 nilai level yang sudah ada, maka model matriks ortogonal penelitian ini adalah:

$L_9 = (3^4)$

Di mana:  
L = Rancangan bujur sangkar latin  
9 = Banyaknya baris dan eksperimen  
3 = Banyaknya level  
4 = Banyaknya kolom atau faktor

Pada tabel 3 berikut adalah model matriks eksperimen yang didapat dari data sebelumnya. Level 1,2 dan 3 terjadi 3 kali pengulangan yang orthogonal atau seimbang dan tidak bercampur.

Tabel 3. Matriks Orthogonal  $L_9 = (3^4)$

Eksperimen	Faktor Kontrol			
	Antiqua Superdye	Nuancing	Waktu	Suhu
	A	B	C	D
1	X1	30	3	33
2	X1	35	4	34
3	X1	40	5	35
4	X2	30	3	33
5	X2	35	4	34
6	X2	40	5	35
7	X3	30	3	33
8	X3	35	4	34
9	X3	40	5	35

Dalam penelitian ini karakteristik yang dipilih adalah *Smaller the better* dalam arti karakteristik kualitas adalah kontinyu dan tidak negatif serta nilai yang diinginkan adalah 0. Target dalam penelitian ini adalah tidak ada penggumpalan dan perubahan warna pada *cream antique superdye color 22* dan 0% untuk tingkat *waste*. Setelah pemilihan *Orthogonal Array* dan penempatan faktor, maka langkah selanjutnya adalah melakukan eksperimen. Hasil eksperimen penentuan komposisi *cream* yang tepat terdapat pada Tabel 4.

Sedangkan untuk konsumsi pemakaian *cream antique superdye color 22* pada minggu ke-41 sampai minggu ke-48 di tahun 2015 atau sebelum penelitian terdapat pada tabel 5. Sedangkan konsumsi pemakaian *cream* setelah adanya pengukuran ulang terdapat pada tabel 6.

Perbandingan akhir dari data yang diambil sebelumnya yaitu terjadi *over consumption* sebesar 14 kg dan setelah adanya pengukuran ulang masih terjadi *over consumption* sebesar 3 kg. Berarti terjadi penurunan konsumsi *cream* yang cukup signifikan yaitu sebesar 11 kg untuk penggunaan dan waktu yang sama.

**Tabel 4.** Data Hasil Eksperimen *Cream* Menggumpal & Berubah Warna

Eksperimen	Faktor Kontrol				Replikasi			Jumlah	Mean
	<i>Antiqua Superdye</i>	<i>Nuancing</i>	Waktu	Suhu					
	A	B	C	D	1	2	3		
1	X1	30	3	33	503.66	502.22	503.61	1509.49	503.16
2	X1	35	4	34	503.35	504.35	504.75	1512.45	504.15
3	X1	40	5	35	504.66	505.80	505.80	1516.26	505.42
4	X2	30	3	33	500.90	501.35	489.65	1491.90	497.30
5	X2	35	4	34	505.50	504.89	502.77	1513.16	504.39
6	X2	40	5	35	505.88	507.77	503.45	1517.10	505.70
7	X3	30	3	33	525.01	515.55	531.17	1571.73	523.91
8	X3	35	4	34	530.65	531.90	535.85	1598.40	532.80
9	X3	40	5	35	541.85	537.56	541.03	1620.44	540.15
Rata-Rata									513.00

**Tabel 5.** Data Consumption Cream Sebelum Pengukuran Ulang

Material	Material Description	W41	W42	W43	W44	W45	W46	W47	W48	Remark	
R80007600022	Antiqua Superdye 364506 Col. 22										
		10			20	15	25		10	80	Stock
	63263401014				25					94	Consump.
	63251401014	12				18					
	63253401014						24		15	14	Over

**Tabel 6.** Data Consumption Cream Setelah Pengukuran Ulang

Material	Material Description	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	Remark	
R80007600022	Antiqua Superdye 364506 Col. 22										
			15	12		14	20	5	10	76	Stock
	63263401014					15	21			79	Consump.
	63251401014		15	13					10		
	63253401014							5		3	Over

**KESIMPULAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengolahan dan data analisa yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Identifikasi akar masalah dan diagram pareto dapat diketahui frekuensi terbanyak dari kecacatan *cream antiqua superdye color 22* adalah menggumpal sebesar 65% dan posisi kedua adalah berubah warna sebesar 22%. Kedua masalah ini sering terjadi secara bersama-sama atau terpisah dan menjadi tidak terkendali ketika terjadi *over consumption* pada material *cream*. Faktor-faktor yang memengaruhi perubahan kualitas dan standard *cream* adalah jumlah *antiqua superdye*, nuancing, lama pengadukan

dan suhu ruang. Selain faktor material, metode pencampuran semua bahan juga sangat berpengaruh, termasuk dari segi sumber daya manusia/operator *chemical*-nya.

2. Kombinasi level dari faktor yang menghasilkan nilai rata-rata dan variansi yang mempengaruhi penggumpalan dan perubahan warna pada *cream* yang optimal dengan hasil tidak sama. Hasil yang pertama adalah kombinasi dari *antiqua superdye* X2 gram, Nuancing 30 gram, waktu pengadukan 5 menit dan suhu pemanasan 34°C. Hasil eksperimen kedua adalah kombinasi dari *antiqua superdye* X3 gram, Nuancing 40 gram, lama pengadukan 3 menit dan suhu pemanasan 33°C. Untuk perbandingan akhir terjadi penurunan over consumption sebesar 11 kg dalam waktu 8 minggu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pramana, G.P., Wardhani, N.W.S., Soehono, L.A. (2013), "*Metode Taguchi Multirespons Menggunakan Prosedur Topsis*", Jurusan Matematika, F.MIPA, Universitas Brawijaya.
- Rath & Strong's, (2004), *Six Sigma Advanced Tools Pocket guide/ Augustine A. Stagliano*, Edisi I, ANDI, Yogyakarta.
- Sidi, P. dan Wahyudi, M.T. (2013), "*Aplikasi Metoda Taguchi Untuk Mengetahui Optimasi Kebulatan Pada Proses Bubut Cnc*", Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 4, No.2, Tahun 2013: 101-108.
- Soejanto, Irwan, (2009), *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Yuniarto, H.A., Akbari, A.D., Masruroh, N.A. (2012), "*Perbaikan Pada Fishbone Diagram Sebagai Root Cause Analysis Tool*", Jurnal Teknik Industri ISSN: 1411-6340.
- Trisnal, Pujangkoro, P., Huda, L.N. (2013), "Analisis Implementasi Manufacturing Dengan Lean Assessment Dan Root Cause Analysis Pada PT. XYZ" e-Jurnal Teknik Industri FT USU Vol. 3, No. 3, Oktober pp. 8-14.
- Sudjana, (2012), "Desain Dan Analisis Eksperimen", Edisi IV, TARSITO, Bandung.
- Indranata, I., (2008), "Pendekatan Kualitatif Untuk Pengendalian Kualitas", Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Hartono, M., (2012), "Meningkatkan Mutu Produk Plastik Dengan Metode Taguchi", Jurnal Teknik Industri, Vol. 13, No. 1, Februari: 93-100.
- Rooney, J., James. dan Heuvel, N., Vanden (2004) "Root Cause And Analysis For Beginners", Quality Basics.

# Penentuan Komposisi yang Tepat Pembuatan Kerupuk Menggunakan *Fault Tree Analysis* dan Taguchi

Deta Surya Agusta<sup>1</sup> dan Atikha Sidhi Cahyana<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Jalan Raya Gelam No. 250, Gelam, Candi, Sidoarjo, Jawa Timur 61271

dettasurya@gmail.com

## ABSTRAK

Kualitas merupakan hal yang sangat penting bagi sebuah industri yang memproduksi suatu produk. Di Indonesia ada banyak sekali industri yang memproduksi makanan tradisional, salah satunya adalah industri pembuatan kerupuk. Kerupuk adalah makanan khas Indonesia yang mudah sekali dijumpai dalam berbagai tempat makan dan restoran. Untuk membuat kerupuk yang berkualitas baik dengan rasa yang enak dibutuhkan proses produksi yang baik serta komposisi yang tepat dalam pembuatannya. Metode yang bisa digunakan untuk menganalisa permasalahan dalam proses produksi adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode ini bertujuan menterjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan pada suatu sistem. Untuk mendapatkan komposisi yang tepat salah satu metode yang bisa digunakan Metode Taguchi. Di mana metode ini menghitung berapa banyak komposisi yang dibutuhkan dari setiap bahan baku agar produk yang dihasilkan menjadi lebih baik. Dengan proses analisa dapat disimpulkan bahwa komposisi optimum untuk kerupuk bawang adalah 600 gram tepung terigu, 650 mililiter air, 50 gram bawang, dan 4 gram garam.

**Kata kunci:** kualitas, komposisi kerupuk, Metode *Fault Tree Analysis*, Metode Taguchi.

## PENDAHULUAN

Kualitas merupakan hal yang sangat penting dalam memproduksi suatu produk dalam dunia industri. Hampir seluruh industri sekarang sudah menjadikan kualitas sebagai hal utama dalam hasil produk yang mereka produksi, terlebih lagi jika produk yang di produksi adalah makanan. Kerupuk adalah makanan tradisional yang sangat mudah dijumpai pasar-pasar atau minimarket Di Indonesia. Namun apakah kerupuk yang dijual tersebut sudah memenuhi standar kualitas yang baik dan layak untuk dikonsumsi bagi konsumennya. Salah satu hal yang sangat penting adalah dalam hal komposisi kerupuk itu sendiri, apakah komposisi yang dipakai sudah baik untuk dikonsumsi.

Bagi produsen kerupuk efisiensi dalam komposisi produknya adalah hal yang sangat penting, terutama jika produsen tersebut melakukan proses produksi dalam jumlah yang banyak. Takaran setiap bahan haruslah tepat dan terukur, agar tidak menimbulkan biaya yang berlebihan dan kerupuk yang dihasilkan bisa sesuai dengan diharapkan.

Dalam proses produksi tentunya ada faktor-faktor yang menyebabkan timbulnya kegagalan atau masalah. Baik dari faktor teknis, ataupun dari faktor kelalaian manusia. Perlunya menganalisis masalah ini adalah untuk mengetahui penyebab dari kegagalan atau masalah yang terjadi, agar dalam proses produksi selanjutnya tidak ditemui kembali masalah yang sama.

*Fault Tree Analysis* (FTA) adalah pendekatan Top-Down untuk menentukan penyebab potensi terjadinya sebuah kegagalan dalam sistem yang mengarah kepada

sebuah kecelakaan. Analisis dilakukan dari kegagalan yang mungkin terjadi ditelusur mundur kebelakang untuk semua kemungkinan penyebabnya. Dengan demikian diharapkan masalah tersebut dapat dihilangkan dalam proses produksi yang selanjutnya (Suntoro, 2012).

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Dalam metode ini akan menganalisis apakah komposisi yang dipakai dalam suatu produksi kerupuk sudah tepat dan akan menghitung berapa jumlah yang dibutuhkan untuk tiap-tiap komposisi agar menghasilkan produk yang diinginkan dengan meminimalisir timbulnya biaya tambahan yang tidak perlu dalam proses produksi (Soejanto, 2009)

Setelah semua komposisi dari produk kerupuk diketahui dengan tepat dan juga masalah-masalah dalam proses produksi diketahui dan terselesaikan, maka diharapkan proses produksi sudah mengalami peningkatan kualitas yang signifikan dan memproduksi produk sesuai yang diinginkan konsumen.

## MATERI

Menurut Foster dalam Pitasari dkk<sup>3)</sup> (2004) *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan sebuah analytical tool yang menterjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem. Teknik ini berguna mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem. *Fault Tree Analysis* (FTA) menggunakan dua simbol utama yang disebut *events* dan *gates*.

Menurut Priyanta dalam Mustika<sup>4)</sup> (2014), terdapat 5 tahapan untuk melakukan analisa dengan *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau.
2. Penggambaran model grafis *Fault Tree Analysis*.
3. Mencari minimal cut set dari analisa *Fault Tree Analysis*.
4. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree Analysis*.
5. Melakukan analisa kuantitatif *Fault Tree Analysis*.

Menurut Ishak dalam Pramana dkk<sup>5)</sup> (2013) Metode Taguchi diperkenalkan oleh Genichi Taguchi pada tahun 1940, sasaran metode taguchi adalah menjadikan produk *robust* terhadap *noise* (gangguan luar), karena itu sering disebut sebagai *Robust Design*.

Secara umum kita mengetahui bahwa taguchi dibagi menjadi tiga tahap. Tiga tahap utama tersebut antara lain:

1. Tahap Perencanaan
2. Tahap Pelaksanaan
3. Tahap analisa

Menentukan level dari faktor kualitatif biasanya telah jelas dari sifat permasalahan yang diteliti. Tetapi untuk memilih level yang sesuai untuk faktor kualitatif lebih sulit. Jika proses atau produk baru yang diteliti, maka perlu digunakan 3 level untuk beberapa faktor untuk mengevaluasi non-linieritas pada *range* faktor. Jika diketahui pengaruh faktor tertentu, maka faktor dengan 2 level sudah cukup untuk mendapatkan informasi yang diinginkan dari analisis hasil eksperimen. Jika terdapat ketidakpastian tentang banyak level yang harus dipilih untuk faktor tertentu, maka 3 level mungkin telah memberikan informasi yang cukup. Hal ini juga tergantung pada biaya eksperimen dan seberapa besar hasil eksperimen diperluas dari 2 level menjadi 3 level.

Menurut Soejanto<sup>2)</sup> (2009) matriks Ortogonal adalah suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen. Matriks disebut ortogonal karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dalam eksperimen. Jadi matriks ortogonal adalah matriks seimbang dari faktor dan level sedemikian hingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur dengan pengaruh faktor atau level yang lain.

Pemilihan matriks ortogonal yang sesuai tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dan nilai level dari tiap-tiap faktor. Penentuan ini akan memengaruhi jumlah derajat kebebasan yang berguna untuk menentukan jenis matriks ortogonal yang dipilih.

Bentuk umum dari model matriks ortogonal adalah:

$$L_a(b^c)$$

di mana:

- L = rancangan bujur sangkar latin  
 a = banyak baris/eksperimen  
 b = banyak level  
 c = banyak kolom/faktor

Menurut Soejanto<sup>2)</sup>(2009) Eksperimen konfirmasi adalah percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat. Tujuan eksperimen konfirmasi adalah untuk memverifikasi dugaan yang dibuat pada saat model performasi penentuan faktor dan interaksinya dan Merancang parameter yang optimum hasil analisis dan hasil percobaan pada performasi yang diharapkan.

Langkah-langkah eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut:

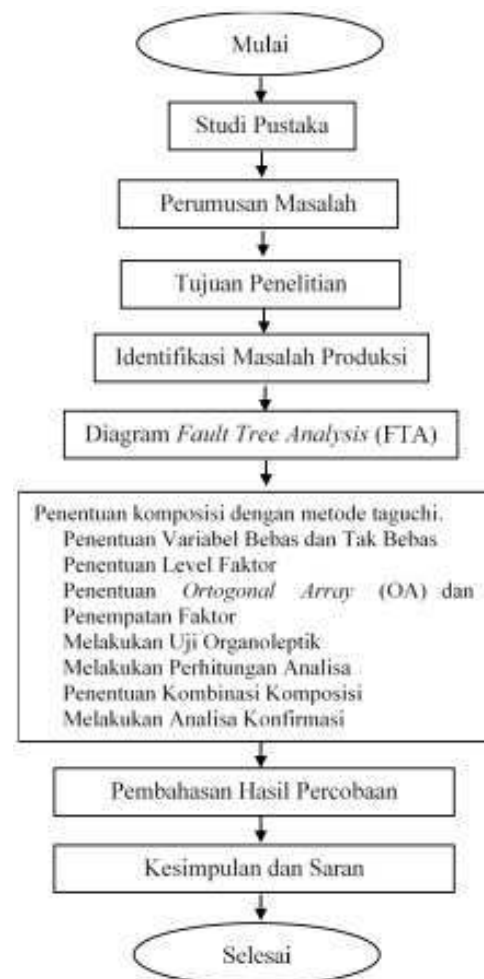
1. Merancang kondisi optimum untuk faktor dan level signifikan.
2. Membandingkan rata-rata dan variasi hasil percobaan konfirmasi dengan rata-rata dan variansi yang diharapkan.

Eksperimen konfirmasi dinyatakan berhasil jika:

1. Terjadi perbaikan dari hasil proses yang ada (setelah eksperimen taguchi dilakukan).
2. Hasil dari eksperimen konfirmasi dekat dengan nilai yang diprediksikan.

## METODE PENELITIAN

Alur yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Penelitian ini dimulai dari identifikasi masalah sampai dengan mencari komposisi yang tepat pada kerupuk bawang.

HASIL PENELITIAN

Sebelum analisa dilakukan pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data awal yang dibutuhkan untuk sebagai dasar melakukan analisa. Pengumpulan data awal ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara langsung kepada pemilik usaha kecil dan menengah (UKM) Erika dan uji organoleptik terhadap produk *existing* yang diproduksi. Hasil wawancara langsung dengan pemilik usaha Kerupuk Erika didapatkan komposisi yang digunakan adalah 1 kilogram tepung terigu, 100 gram bawang putih, 10 gram garam, dan 1100 mililiter air. Produk kerupuk yang dihasilkan dari komposisi tersebut selanjutnya dilakukan uji organoleptik terhadap 10 orang penelis untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap variabel rasa, warna, aroma, dan tekstur produk dengan skala 1 sampai 6. Hasil Uji Organoleptik dapat dilihat pada tabel 1.

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa dari keempat faktor, faktor yang paling disukai oleh panelis adalah faktor rasa yang memiliki nilai rata-rata paling besar dibandingkan dengan faktor lain. Sedangkan faktor aroma mendapatkan rata-rata paling rendah dibandingkan dengan ketiga faktor lainnya yang artinya faktor aroma

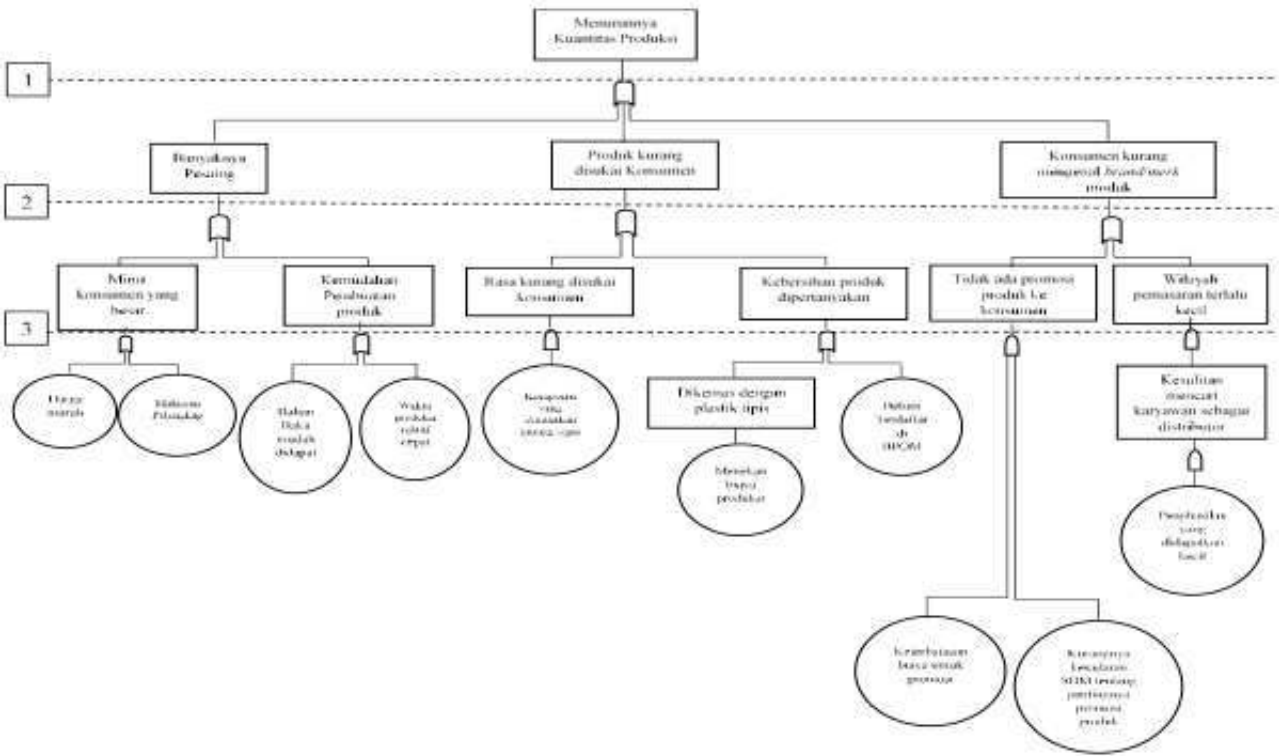
Tabel 1. Hasil Uji Organoleptik Komposisi *Existing*

Panelis	Variabel Respons			
	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur
1	6	5	4	5
2	5	5	4	4
3	5	5	4	5
4	3	4	4	4
5	4	5	2	3
6	5	5	3	5
7	4	5	4	5
8	5	3	4	5
9	5	4	4	5
10	5	4	4	4
Rata-rata	4,7	4,5	3,7	4,5

adalah faktor yang paling tidak disukai oleh panelis dibandingkan dengan faktor rasa, warna, dan tekstur kerupuk bawang.

Grafik penyebab timbulnya masalah pada proses produksi dapat dilihat pada gambar 2.

Pada gambar 2 diketahui bahwa *top event* atau puncak permasalahan yang ditemui adalah menurunnya kuantitas produksi pada produk Kerupuk Erika yang mana permasalahan tersebut disebabkan oleh tiga faktor yaitu banyaknya pesaing, produk kurang disukai konsumen, dan konsumen kurang mengenal *brand/merk* Kerupuk Erika.



Gambar 2. Diagram Fault Tree Analysis

Faktor pertama yaitu banyaknya pesaing ini adalah faktor yang sering dihadapi oleh para pelaku usaha terutama pada usaha kecil yang untuk memproduksinya tidak membutuhkan banyak modal. Banyaknya pesaing pada produk ini dikarenakan pangsa pasar yang sangat besar dan juga mudahnya dalam pembuatan kerupuk itu sendiri. Minat konsumen yang sangat besar ini dikarenakan oleh harga kerupuk yang sangat mudah dijangkau oleh berbagai kalangan. Bahan baku kerupuk dan juga proses pembuatannya yang relatif cepat juga sangat mempengaruhi para pelaku usaha untuk tertarik memproduksi makanan ini.

Faktor Kedua penyebab dari menurunnya kuantitas produksi produk Kerupuk Erika adalah konsumen kurang menyukai produk Kerupuk Erika. Faktor rasa dari kerupuk tentu sangat dipengaruhi oleh komposisi dalam pembuatannya, yang mana komposisi ini akan kami teliti lebih lanjut dengan metode taguchi untuk menghasilkan komposisi yang tepat untuk kerupuk tersebut. Sedangkan penyebab kurang yakinnya konsumen terhadap kebersihan Kerupuk Erika yang pertama adalah karena kemasan yang digunakan hanya plastik tipis yang mana sangat rentan sekali terkontaminasi debu dari luar dikarenakan mudahnya plastik berlubang atau rusak. Disamping itu produk Kerupuk Erika belum terdaftar di Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Republik Indonesia.

Faktor terakhir yang mempengaruhi menurunnya kuantitas produksi pada produk Kerupuk Erika adalah konsumen kurang mengenal atau banyak yang belum mengetahui bahwa ada produk kerupuk yang bernama Erika. Hal ini bukanlah tanpa sebab, keterbatasan biaya untuk mempromosikan produk kerupuknya adalah halangan utama. Dengan demikian kesadaran akan pentingnya promosi dan manfaat yang diperoleh dari promosi produk juga menjadi hal yang belum dipunyai oleh pemilik usaha kerupuk Erika.

Kendala lain penyebab kurang mengenalnya konsumen terhadap produk Kerupuk Erika adalah wilayah distribusi atau wilayah pemasaran yang terbatas atau kurang luas, sehingga kemungkinan terjualnya produk lebih banyak tidak didapatkan. Setelah mengetahui dasar permasalahan yang dihadapi melalui diagram *fault tree analysis*, diharapkan permasalahan-permasalahan tersebut dapat diatasi dengan lebih mudah. Dan segera membuat kuantitas produksi menjadi lebih meningkat dari sebelumnya.

Penentuan Level dan Faktor

Pada percobaan ini akan digunakan 4 faktor dengan masing-masing mempunyai 3 level yang dapat seperti pada tabel 2.

Dari level dan faktor tersebut maka dapat diambil 8 derajat kebebasan minimal. Dan kemudian dipilih matriks ortogonal yang sesuai yaitu matriks ortogonal (3<sup>4</sup>). Untuk menguji kesukaan masyarakat terhadap rasa,

Tabel 2. Faktor dan Level Faktor

Faktor Kontrol	Level 1	Level 2	Level 3
A. Tepung Terigu	400 gr	500 gr	600 gr
B. Air	450 ml	550 ml	650 ml
C. Bawang Putih	40 gr	50 gr	60 gr
D. Garam	4 gr	5 gr	6 gr

warna, aroma, dan tekstur kerupuk, maka dilakukan uji organoleptik terhadap panelis sebanyak 10 orang.

Variabel Respons Rasa

Hasil Uji Organoleptik untuk variabel respons rasa adalah sebagai berikut.

Tabel 3. SNR untuk Variabel Respons Rasa

Eksperimen	Faktor				$\bar{y}$	$\bar{y}^2$	SNR
	A Tepung Terigu	B Air	C Bawang Putih	D Garam			
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	4.40	0.2646	12.8388
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	4.20	0.2000	12.4453
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	4.67	0.0577	13.3788
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	4.33	0.0577	12.7349
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	4.13	0.2517	12.2942
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	4.17	0.3055	12.3503
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	4.23	0.1528	12.5225
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	4.03	0.1528	12.1010
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	4.70	0.1000	13.4380
Rata-rata							12.6782

Hasil SNR terbesar yaitu pada eksperimen ke 5 dengan nilai 12,5445.

Tabel 4. Efek Tiap Faktor Untuk SNR Variabel Respons Rasa

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	12,89	12,70	12,43	12,86
2	12,46	12,28	12,87	12,44
3	12,69	13,06	12,73	12,74
Error	0,43	0,78	0,44	0,42
Rank	3	1	2	4

Faktor air level 3 mempunyai SNR yang paling besar diantara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 3 sangat baik untuk mengurangi *variation (noise)* pada respons rasa.

Hasil *Mean* terbesar pada eksperimen ke 9 yaitu 4,70  
Faktor air level 3 mempunyai *mean* yang paling besar diantara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 3 sangat baik untuk jika diinginkan *mean* yang besar pada variabel respons rasa.

Variabel Respons Warna

Hasil Uji Organoleptik untuk variabel respons warna adalah sebagai berikut.



Tabel 5. Mean Variabel Respons Rasa

Eksperimen	Faktor				Jumlah	Mean
	A	B	C	D		
	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam		
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	13,20	4,40
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	12,60	4,20
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	14,00	4,67
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	13,00	4,33
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	12,40	4,13
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	12,50	4,17
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	12,70	4,23
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	12,10	4,03
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	14,10	4,70
Rata-rata						4,319

Tabel 6. Efek Tiap Faktor untuk Mean Variabel Respons Rasa

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	4.422	4.322	4.200	4.411
2	4.211	4.122	4.411	4.200
3	4.322	4.511	4.344	4.344
Error	0,211	0,389	0,211	0,211
Rank	3	1	3	3

Tabel 7. SNR untuk Variabel Respons Warna

Eksperimen	Matriks Ortogonal				$\eta$	$\eta^2$	SNR
	A	B	C	D			
	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam			
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	4,43	0,0577	12,93315
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	4,30	0,1732	12,65482
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	4,60	0,1732	13,24247
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	4,57	0,2082	13,17439
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	4,23	0,0577	12,53205
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	4,37	0,2082	12,78377
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	4,70	0,1000	13,43802
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	4,17	0,0577	12,39409
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	4,67	0,1155	13,37492
Rata-rata							12,948

Tabel 8. Efek Tiap Faktor untuk SNR Variabel Respons Warna

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	12,94	13,18	12,70	12,95
2	12,83	12,53	13,07	12,96
3	13,07	13,13	13,07	12,94
Error	0,24	0,65	0,37	0,02
Rank	3	1	2	4

Hasil SNR terbesar yaitu pada eksperimen ke 7 dengan nilai 13,37492.

Faktor air level 1 mempunyai SNR yang paling besar diantara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air

level 1 sangat baik untuk mengurangi *variation (noise)* pada respons warna.

Tabel 9. Mean Variabel Respons Warna

Eksperimen	Faktor				Jumlah	Mean
	A	B	C	D		
	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam		
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	13,30	4,43
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	12,90	4,30
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	13,80	4,60
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	13,70	4,57
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	12,70	4,23
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	13,10	4,37
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	14,10	4,70
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	12,50	4,17
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	14,00	4,67
Rata-rata						4,448

Mean terbesar pada eksperimen ke 7 yaitu 4,70

Tabel 10. Efek Tiap Faktor untuk Mean Variabel Respons Warna

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	4.444	4.567	4.322	4.444
2	4.389	4.233	4.511	4.456
3	4.511	4.544	4.511	4.444
Error	0,122	0,333	0,189	0,011
Rank	3	1	2	4

Faktor air level 1 mempunyai *mean* yang paling besar di antara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 1 sangat baik untuk jika diinginkan *mean* yang besar pada variabel respons warna.

Variabel Respons Aroma

Hasil Uji Organoleptik untuk variabel respons aroma adalah sebagai berikut.

Tabel 11. SNR Variabel Respons Aroma

Eksperimen	Matriks Ortogonal				$\eta$	$\eta^2$	SNR
	A	B	C	D			
	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam			
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	4,43	0,1528	12,92444
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	4,20	0,1000	12,46006
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	4,27	0,1528	12,59047
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	4,37	0,0577	12,80147
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	4,13	0,1155	12,31908
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	4,30	0,1732	12,65482
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	4,57	0,1528	13,18213
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	4,03	0,0577	12,11152
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	4,47	0,4041	12,9232
Rata-rata							12,663

SNR terbesar pada eksperimen ke 7 yaitu 13,18213

Tabel 12. Efek Tiap Faktor untuk SNR Variabel Respons Aroma

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	12,66	12,97	12,56	12,72
2	12,59	12,30	12,73	12,77
3	12,74	12,72	12,70	12,50
Error	0,15	0,67	0,16	0,26
Rank	4	1	3	2

Faktor air level 1 mempunyai SNR yang paling besar di antara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 1 sangat baik untuk mengurangi *variation (noise)* pada respons aroma.

Tabel 13. Mean Variabel Respons Aroma

Eksperimen	Faktor				Jumlah	Mean
	A Tepung Terigu	B Air	C Bawang Putih	D Garam		
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	13,30	4,43
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	12,60	4,20
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	12,80	4,27
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	13,10	4,37
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	12,40	4,13
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	12,90	4,30
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	13,70	4,57
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	12,10	4,03
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	13,40	4,47
Rata-rata						4,307

Mean terbesar pada eksperimen ke 7 yaitu 4,57.

Tabel 14. Efek Tiap Faktor untuk Mean Variabel Respons Aroma

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	4.300	4.456	4.256	4.344
2	4.267	4.122	4.344	4.356
3	4.356	4.344	4.322	4.222
Error	0,089	0,333	0,089	0,133
Rank	3,5	1	3,5	2

Faktor air level 1 mempunyai *mean* yang paling besar di antara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 1 sangat baik untuk jika diinginkan *mean* yang besar pada variabel respons aroma.

Variabel Respons Tekstur

Hasil Uji Organoleptik untuk variabel respons tekstur adalah sebagai berikut.

Tabel 15. SNR Variabel Respons Tekstur

Eksperimen	Matriks Ortogonal				$\eta$	$\eta^2$	SNR
	A Tepung Terigu	B Air	C Bawang Putih	D Garam			
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	4,70	0,1000	13,438
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	4,33	0,1528	12,7258
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	4,63	0,0577	13,3165
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	4,47	0,3786	12,9407
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	4,33	0,2309	12,7127
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	4,30	0,2646	12,6351
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	4,53	0,3215	13,0867
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	4,37	0,0577	12,8015
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	4,83	0,2309	13,6658
Rata-rata							13,036

SNR terbesar pada eksperimen ke 9 yaitu 13,6658.

Tabel 16. Efek Tiap Faktor Untuk SNR Variabel Respons Tekstur

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	13,16	13,16	12,96	13,27
2	12,76	12,75	13,11	12,82
3	13,18	13,21	13,04	13,02
Error	0,42	0,46	0,15	0,46
Rank	3	1	4	2

Faktor air level 3 mempunyai SNR yang paling besar di antara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 3 sangat baik untuk mengurangi *variation (noise)* pada respons tekstur.

Tabel 17. Mean Variabel Respons Tekstur

Eksperimen	Faktor				Jumlah	Mean
	A Tepung Terigu	B Air	C Bawang Putih	D Garam		
1	400 gr	450 ml	40 gr	4 gr	14,10	4,70
2	400 gr	550 ml	50 gr	5 gr	13,00	4,33
3	400 gr	650 ml	60 gr	6 gr	13,90	4,63
4	500 gr	450 ml	50 gr	6 gr	13,40	4,47
5	500 gr	550 ml	60 gr	4 gr	13,00	4,33
6	500 gr	650 ml	40 gr	5 gr	12,90	4,30
7	600 gr	450 ml	60 gr	5 gr	13,60	4,53
8	600 gr	550 ml	40 gr	6 gr	13,10	4,37
9	600 gr	650 ml	50 gr	4 gr	14,50	4,83
Rata-rata						4,500

Mean terbesar pada eksperimen ke 9 yaitu 4,83.

Tabel 18. Efek Tiap Faktor untuk *Mean* Variabel Respons Tekstur

Level	Tepung Terigu	Air	Bawang Putih	Garam
1	4.556	4.567	4.456	4.622
2	4.367	4.344	4.544	4.389
3	4.578	4.589	4.500	4.489
Delta	0,211	0,244	0,089	0,233
Rank	3	1	4	2

Faktor air level 3 mempunyai *mean* yang paling besar di antara faktor-faktor yang lain yang artinya faktor air level 3 sangat baik untuk jika diinginkan *mean* yang besar pada variabel respons tekstur.

Rancangan Usulan

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan rancangan usulan untuk masing-masing variabel respons. Rancangan usulan ini diambil dari nilai *mean* paling besar pada masing-masing faktor karena sesuai dengan karakteristik kualitas yang diinginkan yaitu *larger the better*. Maka rancangan usulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- a. Variabel respons rasa: Tepung Terigu 1, air 3, bawang Putih 2, dan garam 1.
- b. Variabel respons warna: Tepung terigu 1, air 1, bawang putih 2, dan garam 2
- c. Variabel respons aroma: Tepung terigu 3, air 1, bawang putih 2, dan garam 2
- d. Variabel respons tekstur: Tepung terigu 3, air 3, bawang putih 2, dan garam 1

Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk membuktikan hasil eksperimen sebelumnya. Pada eksperimen ini faktor dan level yang diambil adalah faktor dan level pada kondisi optimal pada masing-masing variabel respons. Untuk eksperimen konfirmasi diambil masing-masing 10 sampel dari tiap variabel respons dengan level pada kondisi optimum.

Hasil dari Eksperimen konfirmasi akan dibandingkan dengan hasil dari percobaan sebelumnya. Hasil Eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut.

Tabel 19. Interpretasi Hasil Ukuran Rasa Kerupuk

Respons Rasa		Prediksi	Optimasi
Eksperimen	Rata-rata	4.614	4.614 ± 0.220
Taguchi	Variabilitas	13.272	13.272 ± 0.447
Eksperimen	Rata-rata	4.55	4.55 ± 0.075
Konfirmasi	Variabilitas	13.126	13.126 ± 0,307

Berdasarkan hasil interpretasi hasil perhitungan rasa kerupuk pada tabel 19, diketahui bahwa eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami penurunan pada rata-rata dan variabilitasnya. Dengan demikian

maka kombinasi optimal faktor-faktor tersebut terbukti tidak dapat meningkatkan rasa kerupuk.

Tabel 20. Interpretasi Hasil Ukuran Warna Kerupuk

Respons Warna		Prediksi	Optimasi
Eksperimen Taguchi	Rata-rata	4,607	4,6107 ± 0,119
	Variabilitas	13,302	13,302 ± 0,056
Eksperimen	Rata-rata	4,56	4,56 ± 0,021
Konfirmasi	Variabilitas	13,148	13,148 ± 0,048

Berdasarkan hasil interpretasi hasil perhitungan warna kerupuk pada tabel 20, diketahui bahwa eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami penurunan pada rata-rata dan variabilitasnya. Dengan demikian maka kombinasi optimal faktor-faktor tersebut terbukti tidak dapat meningkatkan warna kerupuk.

Tabel 21. Interpretasi Hasil Ukuran Aroma Kerupuk

Respons Aroma		Prediksi	Optimasi
Eksperimen Taguchi	Rata-rata	4,505	4,505 ± 0,119
	Variabilitas	13,077	13,077 ± 0,168
Eksperimen	Rata-rata	4,64	4,64 ± 0,021
Konfirmasi	Variabilitas	13,308	13,308 ± 0,043

Berdasarkan hasil interpretasi hasil perhitungan aroma kerupuk pada tabel 21, diketahui bahwa eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan pada rata-rata dan penurunan pada variabilitasnya. Dengan demikian maka kombinasi optimal faktor-faktor tersebut terbukti dapat meningkatkan aroma kerupuk.

Tabel 22. Interpretasi Hasil Ukuran Tekstur Kerupuk

Respons Tekstur		Prediksi	Optimasi
Eksperimen	Rata-rata	4,71	4,71 ± 0,169
Taguchi	Variabilitas	13,444	13,444 ± 0,358
Eksperimen	Rata-rata	4,64	4,64 ± 0,044
Konfirmasi	Variabilitas	13,3	13,300 ± 0,197

Berdasarkan hasil interpretasi hasil perhitungan tekstur kerupuk pada tabel 22, diketahui bahwa eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami penurunan pada rata-rata dan variabilitasnya. Dengan demikian maka kombinasi optimal faktor-faktor tersebut terbukti tidak dapat meningkatkan tekstur kerupuk.

Uji Organoleptik Perbandingan Komposisi Existing dengan Komposisi Optimum

Setelah sebelumnya didapatkan kombinasi faktor dan level optimum untuk masing-masing variabel respons, maka kombinasi-kombinasi tersebut akan digabungkan menjadi satu kombinasi. Level yang dipilih adalah level

yang memiliki nilai rata-rata dan variansi terbesar, karena tujuan dari penelitian ini yaitu *larger the better* (Efmi. dkk, 2015).

Dengan demikian rancangan usulan yang dipilih adalah tepung terigu 3, air 3, bawang putih 2, dan garam 1 yaitu sebagai berikut:

- Tepung Terigu 600 gr
- Air 650 gr
- Bawang Putih 50 gr
- Garam 4 gr

Komposisi tersebut kemudian dilakukan uji kesukaan kepada 10 orang panelis dengan dibandingkan dengan kombinasi *existing* dengan dilakukan uji normalitas dan uji T sampel independen.

**Tabel 23.** Hasil Uji Normalitas

	Variabel Respons			
	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0.358471	0.968383	0.611681	0.1353

Dari tabel 23 dapat dilihat bahwa nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* semua variabel respons adalah  $> 0,05$ . Artinya data sudah berdistribusi normal.

**Tabel 24.** Hasil Uji T Sampel Independen untuk Variabel Rasa

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	8,896	0,008	-0,56	18	<b>0,584</b>
Equal variances not assumed			-0,56	12,59	0,587

Dari tabel 24 diketahui hasil uji T sampel independen untuk variabel rasa adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak terdapat perbedaan rata-rata rasa kerupuk.

$H_1$  : Terdapat perbedaan rata-rata rasa kerupuk.

Dengan interval kepercayaan 95% diketahui  $= 0,584 > 0,05$ ; maka diterima. Artinya rata-rata rasa kerupuk adalah sama dengan komposisi *existing*.

Hasil uji T sampel independen untuk Variabel Warna diketahui  $= 0,331 > 0,05$ ; maka diterima. artinya rata-rata rasa warna adalah sama dengan komposisi *existing*.

Hasil uji T sampel independen untuk variabel aroma diketahui  $= 0,749 > 0,05$ ; maka diterima. Artinya rata-rata rasa aroma adalah sama dengan komposisi *existing*.

Hasil uji T sampel independen untuk Variabel Tekstur diketahui  $= 0,407 > 0,05$ ; maka diterima. Artinya rata-rata rasa tekstur adalah sama dengan komposisi *existing*.

**Tabel 25.** Hasil *Mean* Uji Kesukaan Kombinasi *Existing* dan Kombinasi Optimum

Kombinasi	Hasil Uji Kesukaan				Rata-rata
	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur	
Existing	4,80	4,60	4,80	4,90	4,78
Optimum	5,00	5,00	4,90	4,70	4,90

Berdasarkan Hasil uji kesukaan pada tabel 25 maka dapat diketahui bahwa kombinasi optimum lebih disukai panelis dalam respons rasa, warna, dan aroma. Sedangkan untuk tekstur kerupuk panelis lebih menyukai kombinasi *existing*. Maka secara keseluruhan rata-rata hasil uji kesukaan didapatkan bahwa kombinasi komposisi optimum lebih disukai panelis dengan jumlah *mean* 4,90 dari pada kombinasi komposisi *existing* dengan jumlah *mean* 4,7.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- Penyebab terjadinya masalah produksi pada UKM Kerupuk erika adalah sebagai berikut
  - Banyaknya pesaing
  - Produk kurang disukai konsumen
  - Konsumen kurang mengenal *brand/merk* produk
- Komposisi yang tepat untuk kerupuk bawang adalah sebagai berikut:
  - Tepung terigu 600 gr
  - Air 650 ml
  - Bawang Putih 50 gr
  - Garam 4 gr

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diajukan beberapa saran antara lain:

- Diharapkan hasil penelitian ini dapat diaplikasikan sebagai masukan pada komposisi kerupuk bawang di industri.
- Bagi penelitian selanjutnya yang akan mengangkat permasalahan yang sama dengan metode taguchi, maka diharapkan untuk meneliti lebih lanjut faktor-faktor lain yang belum ada pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Suntoro A. *fault tree analysis (fta) potensi ledakan gas hidrogen pada sistem tungku reduksi me-11 proses pembuatan bahan bakar nuklir PLTN*. Available from: URL:<http://jurnal.batan.go.id/index.php/urania/article/view/641/569>. Accessed November 10, 2015.
- Soejanto I. *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2009.
- Pitasari GP, Wahyuning CS, Desrianty A. *Analisis Kecelakaan Kerja Untuk Meminimisasi Potensi Bahaya Menggunakan Metode Hazard and Operability dan Fault Tree Analysis*. Jurusan Teknik Industri Itenas. 02, (02). 2014. Available from: URL:<http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/419>. Accessed December 06, 2015.

4. Mustika FA, Hasyim MH, Unas SE. **Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan *Fault Tree Analysis*. Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap II Universitas Muhammadiyah Malang**. 2014. Available from: <http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/view/116>. Accessed December 06, 2015
5. Pramana GP, Wardhani NWS, Soehono LA. **Metode Taguchi Multirespons Menggunakan Prosedur TOPSIS**. 2013. Available from: <http://statistik.studentjournal.ub.ac.id/index.php/statistik/article/download/38/39>. Accessed March 27, 2016
6. Efimi A, Adianto RH, Zaini E. **Usulan Perbaikan Kualitas Kuat Tekan Produk Bata Beton *Paving Block* dengan tambahan *Trass* Menggunakan Metode Taguchi di Balai Besar Keramik**. 2015. Available from: <http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/903/1138>. Accessed April 13, 2016

# Sistem Otomasi Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroller Arduino

**Aris Noviant Putra**

Program Studi S1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Kampus 2: Jl. Raya Gelam 250 Candi Email: arisviant71@gmail.com

Dosen Pembimbing: Sy. Syahririni

Email: syahririni@umsida.ac.id

## ABSTRAK

Disaat musim penghujan datang dan perubahan cuaca yang tidak menentu kegiatan menjemur pakaian mungkin akan terganggu karena tidak ada panas sinar matahari. Jika tidak ada panas matahari maka tidak bisa menjemur pakaian dan terpaksa menjemur di dalam ruangan dengan waktu yang lama. Untuk mengatasinya dibuat pengembangan sistem sebelumnya dengan tujuan mengefisienkan proses penjemuran pakaian. Dibatasi pengembangan sistem otomatis lemari pengering pakaian untuk mengeringkan pakaian secara mudah dan efisien dengan menggunakan mikrokontroler arduino UNO sebagai kontrol utamanya dan menggunakan sensor suhu serta kelembaban DHT22 serta sensor water level untuk mendeteksi tetesan air dari pakaian yang basah. Ketika tombol power ditekan maka proses pengeringan akan menyala. Di dalam lemari pengering terdapat 2 heater, jika water level terkena air maka heater kedua menyala untuk membantu mempercepat proses pengeringan. Suhu panas dikontrol oleh sensor DHT22 antara 30° - 49° C agar kain pakaian tidak rusak akibat suhu pengeringan. Saat kadar air mencapai 35% maka mikrokontroler akan membunyikan buzzer dan mematikan kipas dan kedua heater tanda proses pengeringan pakaian telah selesai. Daya total saat pengujian 335 watt, kemudian didapat hasil pengeringan paling cepat yaitu 2 jam 55 menit dengan bahan uji 8 kaos jersey berbahan kain hyget.

**Kata kunci:** Lemari pengering, DHT22, sensor water level, arduino UNO

## ABSTRACT

Washing activity will be disrupted when the rainy season comes. In addition, there is no sun to dry the clothes, so some people keep their clothes inside their house. Therefore, the researcher made a system for automatic dryer wardrobe to make drying process more efficient. Additionally, to make it the researcher used microcontroller arduino UNO as the main controller. The researcher used DHT22 temperature and humidity sensor to make the main sensor and used water level sensor to detect the water drop from the wet clothes. When the power button was pressed, the system started the process automatically. There were 2 heaters inside the dryer wardrobe and the second heater helped the drying process faster when the water reached the water level sensor. Hot temperature during drying process was controlled by DHT22 sensor between 30° - 49°C to make the clothes safety. When the water value attained 35%, the microcontroller made a buzzer sound then the system switched off the fan and the heaters. The total of the power during the experiment was 335 watt and the result of the faster drying process was 2 hours 55 minutes with 8 hyget jersey.

**Key words:** Dryer wardrobe, DHT22, water level sensor, arduino UNO

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Mengeringkan pakaian dengan bantuan sinar matahari akan lebih hemat energi daripada menggunakan mesin pengering. Pada musim hujan, sering kali jemuran tidak kering sehingga pakaian yang dijemur terpaksa dibawa masuk kembali ke dalam rumah dan dijemur di dalam rumah hingga kering.

Pada proses penjemuran pakaian, suhu yang dibutuhkan agar pakaian kering adalah kurang lebih 35°C. Saat siang hari suhu matahari berkisar antara 32°C-35°C (menurut penelitian Badan Meteorologi dan Geofisika pada tahun 2015) di mana panas matahari dimanfaatkan untuk menjemur pakaian, apabila memasuki musim hujan dan cuaca yang tidak menentu membuat manusia tidak selalu dapat memanfaatkan energi panas

matahari tersebut. Ketergantungan manusia pada panas matahari dalam pemanfaatannya untuk mengeringkan pakaian belum dapat digantikan dikarenakan masih dikembangkannya alat dan teknologi yang mampu membantu kebutuhan manusia terhadap ketergantungan panas matahari.

Teknologi dan ilmu pengetahuan saat ini telah mengalami kemajuan, kemudian dibuat sebuah pengembangan dan perancangan alat pengering pakaian yang mampu mengeringkan pakaian secara otomatis. Dengan menggunakan mikrokontroller Arduino UNO sebagai pengontrol, alat pengering ini bekerja secara otomatis dan dapat bekerja sesuai dengan suhu yang ditentukan dan tidak merusak bahan pakaian. Mikrokontroller dihubungkan dengan komponen heater serta kipas AC sebagai outputnya dengan daya ±335 Watt, bisa menghasilkan hembusan angin lalu dikombinasikan

dengan panas yang dihasilkan heater. Memakai water level sensor dan sensor suhu DHT22 sebagai inputan sensor untuk mendeteksi keadaan pakaian apakah masih basah atau sudah kering, dengan mengeset suhu serta kelembabannya apabila telah mencapai angka tertentu (kering) maka alat akan mati secara otomatis.. Panas yang dihasilkan dimanfaatkan untuk mengeringkan pakaian yaitu berkisar antara 30°C-49°C. Dengan suhu tersebut dan adanya kombinasi energi panas dengan hembusan angin dari kipas maka pakaian akan cepat kering dan seperti dijemur dengan sinar matahari, tidak perlu takut pakaian anda rusak karena suhu yang terlalu panas. Suhu dan kelembaban ruangan akan ditampilkan melalui layar LCD yang juga dilengkapi dengan buzzer yang berfungsi sebagai indikator untuk mengingatkan pengguna pakaian telah mencapai suhu dan kelembaban yang kering.

**Rumusan Masalah**

Bagaimana cara merancang dan mengembangkan alat pengering pakaian berbasis arduino.

**Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam pembahasan skripsi ini meliputi:

- 1. Sistem otomatisasi pengering pakaian menggunakan DHT22 dan Water Level Sensor sebagai sensor pendeteksi suhu, kelembaban dan basah keringnya suatu pakaian.
- 2. Suhu pengeringan untuk pakaian disetting antara 30°C - 49°C.

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian untuk pengumpulan data dilaksanakan di halaman rumah, yang berlokasi di

Ds. Kepulungan 1 Rt02 Rw06, Kec. Gempol, Kab. Pasuruan. Waktu penelitian dilaksanakan selama 1 bulan, mulai 1 Mei 2016 s/d 31 Mei 2016.

**Komponen Bahan dan Alat Perancangan**

**1. Desain Lemari**

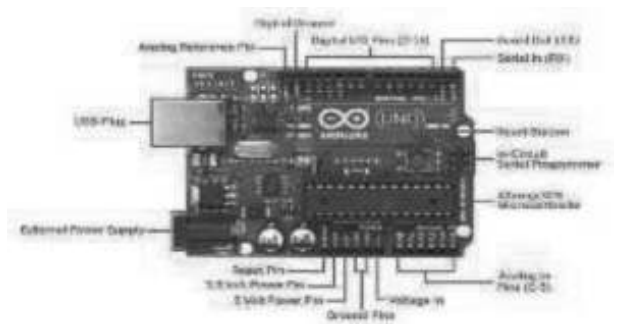
Konstruksi mekanik digunakan bahan dasar akrilik/ mika, besi siku, triplek, kertas alumunium foil di mana bahan ini dipotong dan dirangkai sedemikian rupa sehingga diharapkan menjadi bentuk lemari dengan ukuran 90x80x120 cm.



Gambar 1. Konstruksi Desain Lemari

**2. Mikrokontroler Arduino UNO**

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source, Papan Arduino menggunakan mikrokontroler Atmega328p. Papan ini mempunyai 14 pin input/3scill digital (enam diantaranya dapat digunakan untuk output PWM), enam buah input analog, 16 MHz crystal oscillator, sambungan USB, ICSP header, dan tombol reset.



Gambar 2. Mikrokontroler Arduino UNO

**3. Sensor DHT22**

DHT22 memiliki output digital yang sudah terkalibrasi. Sensor ini terdiri dari komponen pengukur kelembaban tipe resistive dan pengukuran suhu via NTC serta terhubung dengan 8 bit uC sehingga memberikan hasil yang cukup baik, kecepatan respons yang cukup, memiliki ketahanan yang baik terhadap interferensi walaupun harganya lebih mahal daripada DHT11. Interface yang digunakan adalah single write serial interface yang cukup cepat dan mudah.



Gambar 3. Sensor DHT22

#### 4. Sensor Water Level

Module ini dapat digunakan sebagai sensor tetesan air yang jatuh ke papan deteksi. Contoh penggunaannya sebagai sensor curah hujan dan pendeteksi cairan tumpah. Saat dihubungkan dengan catu daya 5V, LED indikator akan menyala. Apabila tidak terdapat tetesan air (papan deteksi dalam keadaan kering), modul elektronika ini akan mengalirkan listrik dari catu daya ke pin keluaran. Apabila terdapat tetesan air, semakin besar tetesan yang jatuh (papan deteksi semakin basah), listrik yang dialirkan akan berkurang tegangannya (mendekati 0V saat basah total).



Gambar 4. Sensor Water Level

#### 5. LCD 16x2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu bagian dari modul peraga yang menampilkan karakter yang diinginkan. Layar LCD menggunakan dua buah lembaran bahan yang dapat mempolarisasikan dan Kristal cair diantara kedua lembaran tersebut. Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD dapat berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler.



Gambar 5. LCD 16x2

#### 6. Modul Relay

Relay adalah saklar magnetik yang memiliki beberapa terminal. Beberapa terminal tersebut berupa terminal NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Prinsip kerja relay adalah memutus dan menghubungkan arus listrik yang berada pada kontak-kontak tersebut. Dengan cara memberi catu daya listrik pada kumparan kawat (koil) yang berada pada suatu inti besi lunak dalam relay. Ketika relay bekerja, maka kontak-kontak berubah keadaan dari NC menjadi NO, dan NO menjadi NC.



Gambar 6. Relay

#### 7. Elemen Pemanas dan Kipas AC (fan)

Electrical Heating Element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari Electrical Heating Element ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan.

Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Resistance Wire) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

Kipas digunakan sebagai penyebar panas dalam ruangan alat pengering. Saat elemen panas menghasilkan panas, kipas menghasilkan hembusan angin dan kemudian akan berkombinasi energi panas dengan energi angin agar mempercepat proses pengeringan dan penguapan.



Gambar 7. Elemen Pemanas Heater

#### 8. Buzzer



Gambar 8. Kipas AC



Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.

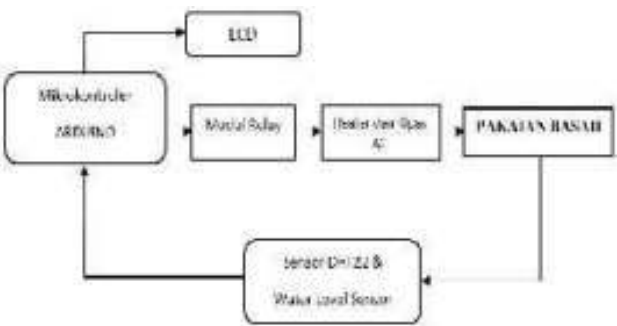
Perancangan

1. Blog Diagram Sistem



Gambar 9. Buzzer

Sistem ini dirancang dan dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino UNO sebagai pusat pengendali. Saat water level sensor terkena tetesan air, maka Arduino UNO akan memberikan intruksi (perintah) kepada modul relay untuk menyalakan heater 1 dan 2 serta kipas ac sehingga panas menyebar. Suhu dan kelembaban akan ditampilkan ke layar lcd sehingga pengguna dapat melihat suhu serta kelembaban yang ada di dalam lemari pengering. Jika kelembaban sudah mencapai angka tertentu maka proses pengeringan akan berhenti otomatis dan buzzer sebagai indicator akan menyala untuk memberitahukan pengguna bahwa pakaiannya sudah kering.



Gambar 10. Blog Diagram Sistem

2. Flowchart Sistem

Saat kondisi running sensor DHT22 yang terpasang pada Arduino UNO membaca suhu dan kelembaban,

serta pemasangan sensor water level di sini berfungsi untuk pembacaan air yang menetes dari jemuran. Suhu akan dikontrol panasnya agar tidak terlalu panas, yaitu dengan mensetting suhu diantara 30°- 49°C. Bertujuan apabila suhu melewati 49°C heater akan mati akan tetapi kipas tetap menyala agar tetap menjaga pada suhu yang aman. Dan jika water level sensor terkena tetesan air, otomatis heater 2 akan menyala untuk membantu proses pengeringan. Untuk kelembaban disetting antara 35%-95% bila kelembaban sudah dibawah 35% akan membunyikan buzzer dan proses pengeringan selesai.



Gambar 11. Flowchart Sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Tabel Pengujian 3.1 dan 3.2 meliputi pengujian jenis pakaian seperti kaos tshirt, jersey bola, dan celana levis dengan kondisi pakaian belum diperas dan sudah diperas serta kipas AC yang dipakai berdaya 18 watt. Setelah selesai dicuci pakaian kemudian kemudian pakaian ditimbang terlebih dahulu agar bisa diketahui berat pakaian sebelum dikeringkan. Lalu data lama waktu pengeringan pakaian dicatat untuk mengetahui berapa lama waktu yang dihabiskan untuk mengeringkan pakaian dengan jenis dan jumlah pakaian. Setelah proses pengeringan selesai pakaian akan ditimbang kembali untuk mengetahui berat pakaian setelah proses pengeringan. Kemudian data setelah proses pengeringan sebagai berikut:

Tabel Pengujian 4.6 dan 4.7 meliputi pengujian jenis pakaian seperti kaos tshirt, jersey bola, dan celana

**Tabel 1.** Pengujian Pengeringan Pakaian yang Belum Diperas dengan Suhu 30°-49° Celcius dengan daya kipas 18 watt.

No	Jenis Pakaian	Jumlah	Berat Pakaian		Waktu Pengeringan (Kelembaban mencapai 35%)
			Sebelum Dikeringkan	Sesudah Dikeringkan	
1	Kaos Tshirt, bahan kain katun	8 Pakaian	2.8 Kilogram	1 Kilogram	5 Jam 41 Menit
2	Jersey bola, bahan kain hyget	8 Pakaian	2.5 Kilogram	0.9 Kilogram	5 Jam 50 Menit
3	Celana jeans, bahan kain denim	5 Celana	5 Kilogram	2.5 Kilogram	6 Jam 37 Menit

**Tabel 2.** Pengujian Pengeringan Pakaian yang Sudah Diperas dengan Suhu 30°- 49° Celcius dengan daya kipas 18 watt.

No	Jenis Pakaian	Jumlah	Berat Pakaian		Waktu Pengeringan (Kelembaban mencapai 35%)
			Sebelum Dikeringkan	Sesudah Dikeringkan	
1	Kaos Tshirt, bahan kain katun	8 Pakaian	2 Kilogram	1 Kilogram	4 jam 39 menit
2	Jersey bola, bahan kain hyget	8 Pakaian	2.1 Kilogram	0.9 Kilogram	4 jam 57 menit
3	Celana jeans, bahan kain denim	5 Celana	4.6 Kilogram	2.5 Kilogram	5 jam 15 menit

**Tabel 3.** Pengujian Pengeringan Pakaian yang Belum Diperas dengan Suhu 30°- 49° Celcius dengan daya kipas 35 watt.

No	Jenis Pakaian	Jumlah	Berat Pakaian		Waktu Pengeringan (Kelembaban mencapai 35%)
			Sebelum Dikeringkan	Sesudah Dikeringkan	
1	Kaos Tshirt, bahan kain katun	8 Pakaian	2.9 Kilogram	1 Kilogram	3 Jam 45 Menit
2	Jersey bola, bahan kain hyget	8 Pakaian	2.6 Kilogram	0.9 Kilogram	3 Jam 5 Menit
3	Celana jeans, bahan kain denim	5 Celana	5.1 Kilogram	2.4 Kilogram	4 Jam 37 Menit

**Tabel 4.** Pengujian Pengeringan Pakaian yang Sudah Diperas dengan Suhu 30°- 49° Celcius dengan daya kipas 35 watt.

No	Jenis Pakaian	Jumlah	Berat Pakaian		Waktu Pengeringan (Kelembaban mencapai 35%)
			Sebelum Dikeringkan	Sesudah Dikeringkan	
1	Kaos Tshirt, bahan kain katun	8 Pakaian	2.1 Kilogram	1 Kilogram	3 Jam 6 Menit
2	Jersey bola, bahan kain hyget	8 Pakaian	2.1 Kilogram	0.9 Kilogram	2 Jam 55 Menit
3	Celana jeans, bahan kain denim	5 Celana	4.6 Kilogram	2.4 Kilogram	3 Jam 55 Menit

levis dengan kondisi pakaian belum diperas dan sudah diperas serta kipas AC yang dipakai berdaya 35 watt. Setelah selesai dicuci pakaian kemudian kemudian pakaian ditimbang terlebih dahulu agar bisa diketahui berat pakaian sebelum dikeringkan. Lalu data lama waktu pengeringan pakaian dicatat untuk mengetahui berapa lama waktu yang dihabiskan untuk mengeringkan pakaian dengan jenis dan jumlah pakaian. Setelah proses pengeringan selesai pakaian akan ditimbang kembali untuk mengetahui berat pakaian setelah proses pengeringan. Kemudian data setelah proses pengeringan sebagai berikut:

#### Hasil Analisa

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel Pengujian 3.1 dan 3.2, yang menunjukkan data jenis pakaian, jumlah pakaian, berat pakaian, dan lama pengeringan pakaian. Kipas yang digunakan adalah kipas berdaya 18 watt, proses pengeringan paling cepat yaitu adalah pakaian dengan kondisi sudah diperas dahulu pakaian atau celana yang akan dikeringkan, untuk kaos tshirt yang berjumlah 8 buah dapat kering dalam 4 jam 39 menit. sedangkan kaos jersey bola berjumlah yang 8 buah dapat kering dalam 4 jam 57 menit. Serta celana levis berjumlah 5 buah dapat kering 5 jam 15 menit. Lalu saat proses penimbangan pakaian serta celana yang sudah dikeringkan menunjukkan berat yang sama yaitu berat kaos tshirt dengan bahan kain katun adalah 1 kg, berat kaos jersey bola dengan bahan kain hyget adalah 0,9 kg, dan berat celana levis dengan bahan kain denim adalah 2,5 kg.

Kemudian pada Tabel Pengujian 3.3 dan 3.4, yang menunjukkan data jenis pakaian, jumlah pakaian, berat pakaian, dan lama pengeringan pakaian. Kipas yang digunakan adalah kipas berdaya 35 watt, proses pengeringan paling cepat yaitu adalah pakaian dengan kondisi sudah diperas dahulu pakaian atau celana yang akan dikeringkan, untuk kaos tshirt yang berjumlah 8 buah dapat kering dalam 3 jam 6 menit. Sedangkan kaos jersey bola berjumlah yang 8 buah dapat kering dalam 2 jam 55 menit. Serta celana levis berjumlah 5 buah dapat kering 3 jam 55 menit. Lalu saat proses penimbangan pakaian serta celana yang sudah dikeringkan menunjukkan berat yang sama yaitu berat kaos tshirt dengan bahan kain katun adalah 1 kg, berat kaos jersey bola dengan bahan kain hyget adalah 0,9 kg, dan berat celana levis dengan bahan kain denim adalah 2,4 kg.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

1. Sistem mampu mengeringkan pakaian, pakaian dapat kering seperti proses penjemuran pakaian dibawah sinar matahari, proses pengeringan pakaian

menggunakan lemari pengering membutuhkan daya 318 watt untuk 2 buah heater dengan daya masing-masing heater 150 watt dan kipas dengan daya 18 watt. Sedangkan untuk 2 buah heater dengan daya masing-masing heater 150 watt dan kipas dengan daya 35 watt membutuhkan daya 335 watt.

2. Saat proses pengeringan menggunakan kipas dengan daya 35 watt proses pengeringan lebih cepat daripada menggunakan kipas dengan daya 18 watt. Dikarenakan panas yang ditimbulkan dari heater lebih merata dan mempercepat proses penguapan.
3. Peletakan sensor dengan tepat dapat membuat sistem kerja berjalan dengan baik dan bekerja sesuai dengan sistem yang dirancang.

##### Saran

1. Jika ingin mempercepat proses pengeringan pakaian sebaiknya menggunakan elemen pemanas dengan daya yang lebih besar, karena heater dengan daya besar dapat cepat memanaskan ruangan.
2. Kipas AC yang digunakan untuk memberi hembusan angin dapat diganti yang lebih besar agar panas dapat lebih merata.
3. Saat menggunakan komponen yang memakai daya cukup besar lebih baik juga memperhitungkan daya komponen sesuai dengan daya yang dipakai di rumah.
4. Jika ukuran lemari pengering terlalu besar dapat diperkecil dan pemasangan elemen heater serta kipas AC disesuaikan dengan ukuran lemari pengering agar sesuai dengan kebutuhan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I Kadek Putra. 2013. *Prototype Otomasi Pengering Pakaian Menggunakan Arduino Dengan Sensor LM35*. Bali 2015. STIMIK STIKOM. S1 Sistem Komputer.
- Aditya, Dika Nur. 2015. *Mesin Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler Dan DHT11*. Yogyakarta 2015. Universitas Gadjah Mada.
- Bimantoro, Rengga Yudha. 2016. *Perancangan Prototype Alat Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler Atmega8*. Jakarta 2016. Universitas Mercu Buana.
- Dinata, Yuwono Marta, 2015. *Arduino Itu Mudah. Panduan Lengkap Membuat Desain Elektro yang Inovatif*. Jakarta 2015.
- Firmansyah, Saftari. 2015. *Proyek Robotik Keren dengan Arduino*. Jakarta 2015.
- Harintama, Amelia. 2015. *Rancang Bangun Lemari Pengering Pakaian Dengan Deteksi Kekeringan Berdasarkan Suhu*. Surabaya 2015. Politeknik Elektronika Negri Surabaya.
- Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta 2012.
- Marpuah, Dwi. 2010. *Pembuatan Prototipe Alat Pengering Pakaian Berbasis Mikrokontroler Atmega89s51*. Surakarta 2010. Skripsi. Surakarta: Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Rismawan, Eko. Sri Sulistiyanti. Agus Trisanto. 2012. *Rancang Bangun Prototype Penjemur Pakaian Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega8535*. Lampung 2012. Fakultas Informatika dan Elektro Terapan. Univesitas Lampung.
- Widyatama, Yohanda. 2009. *Lemari Pengering Pakaian*. Surabaya 2009. Skripsi. Surabaya: Fakultas Teknik, Universitas Surabaya.

# Interpretasi Zona Alterasi dan Mineralisasi Berdasarkan Data Geolistrik Resistivitas dan Induksi Polarisasi di Daerah Mekar Jaya, Sukabumi, Jawa-Barat

Sapto Heru Yuwanto

Jurusan Teknik Geologi - Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail: yuwanto05@gmail.com

## ABSTRAK

Daerah Mekar Jaya sebagian besar batumannya telah mengalami alterasi terutama pada batuan intrusi diorit dan intrusi andesit serta batuan piroklastik. Alterasi yang banyak dijumpai adalah alterasi propilitik (kloritisasi), alterasi argilik (argilisasi) dan beberapa alterasi silisik (silisifikasi). Mineralisasi banyak terdapat pada batuan yang telah mengalami alterasi dan pada urat-urat kuarsa. Survei geolistrik yang berkaitan dengan eksplorasi mineral logam adalah gabungan dari dua metode, metode resistivitas dan metode induksi polarisasi (IP) dengan tujuan untuk mengetahui indikasi (dugaan) zona alterasi dan mineralisasi yang ada di bawah permukaan. Berdasarkan data anomali nilai resistivitas, daerah penelitian sebagian besar tersusun oleh batuan yang telah mengalami alterasi, alterasi argilik dicirikan dengan nilai resistivitas  $< 80 \text{ Ohm.m}$ , alterasi propilitik dicirikan dengan nilai resistivitas  $80\text{--}300 \text{ Ohm.m}$ , alterasi silisifikasi dicirikan dengan nilai resistivitas  $> 400 \text{ Ohm.m}$  dan tubuh intrusi (batuan kristalin) dicirikan dengan nilai resistivitas  $> 1000 \text{ Ohm.m}$ . Berdasarkan data anomali chargeabilitas, zona mineralisasi daerah telitian dibagi dalam tiga zona, zona mineralisasi lemah dicirikan dengan nilai chargeabilitas  $50\text{--}100 \text{ m.sec}$ , zona mineralisasi sedang dicirikan dengan nilai chargeabilitas  $100\text{--}200 \text{ m.sec}$  dan zona mineralisasi kuat dicirikan dengan nilai chargeabilitas  $> 300 \text{ m.sec}$ . Pola penyebaran alterasi – mineralisasi daerah penelitian secara horizontal relatif berarah Barat Laut – Tenggara, sesuai dengan arah kemenerusan singkapan urat-urat kuarsa di permukaan.

**Kata kunci:** Alterasi, mineralisasi, resistivitas dan induksi polarisasi

## ABSTRACT

Mekar Jaya area dominant rock altered especially in diorite intrusive rocks and andesite intrusion and pyroclastic rocks. Alteration encountered is propylitic alteration (kloritisasi), argillic alteration (argilisasi) and some silicic alteration (silicification). Mineralization is found in many rocks that have alteration and veins quartz. Geoelectric survey related to metallic mineral exploration is a combination of the two methods, resistivity method and induced polarization (IP) method in order to determine an indication zone of alteration and mineralization that exist below the surface. Based on the value of the anomaly resistivity, the study area is mostly composed by rock that has alteration, argillic alteration characterized by resistivity values  $< 80 \text{ Ohm.m}$ , propylitic alteration characterized by resistivity values  $80\text{--}300 \text{ Ohm.m}$ , silicified alteration characterized by resistivity values  $> 400 \text{ Ohm.m}$  and body intrusion (crystalline rocks) characterized by resistivity values  $> 1000 \text{ Ohm.m}$ . Based on anomaly chargeability, research area mineralized zone is divided into three zones, weakly mineralized zone is characterized by the value chargeability  $50\text{--}100 \text{ m.sec}$ , middle mineralized zone was characterized by a value chargeability  $100\text{--}200 \text{ m.sec}$  and high mineralized zone is characterized by the value chargeability  $> 300 \text{ m.sec}$ . Dispersal patterns of alteration - mineralization research area horizontally relative Northwest - Southeast, according to the direction of continuity of the quartz veins outcrop at surface.

**Key words:** Alteration, mineralization, resistivity and induced polarization

## PENDAHULUAN

Daerah Mekar Jaya litologi batumannya tersusun oleh batuan piroklastik dan lava andesit dalam formasi jampang, Batuan intrusi andesit dan diorit dalam formasi cilegok dan batupasir sisipan karbonatan dalam formasi bentang (Sukamto, 1975). Batuan tersebut sebagian besar telah mengalami alterasi (ubahan) terutama pada batuan intrusi diorit dan intrusi andesit serta batuan piroklastik. Alterasi yang banyak dijumpai adalah alterasi propilitik (kloritisasi), alterasi argilik (argilisasi) dan beberapa alterasi silisik (silisifikasi). Secara umum sulit untuk dibuat batas antara alterasi propilitik dan alterasi argilik

akan tetapi pembagiannya didasarkan pada kelimpahan dari masing-masing mineral utamanya (Pirajno, 1992). Mineralisasi Daerah Mekar Jaya banyak terdapat pada batuan yang telah mengalami alterasi seperti pada batuan intrusi andesit dan diorit dan beberapa batuan piroklastik dan pada urat-urat kuarsa yang mengisi jalur-jalur kekar batuan dengan arah umum relatif Baral Laut – Tenggara (NW – SE). Mineral logam yang umumnya hadir adalah mineral kalkopirit, galena, pirit, bornit dan sphalerit (Purwanto H. S., 2011).

Survei geolistrik yang berkaitan dengan eksplorasi mineral logam pada umumnya adalah gabungan dari dua metode, metode resistivitas dan metode induksi polarisasi

(IP) (Smith, 1990). Metode resistivitas merupakan metode geofisika yang mengukur tingkat kemampuan batuan dalam mengalirkan arus listrik, dengan parameter ukur resistivitas (tahanan jenis) batuan (Sherift, 1990). Nilai resistivitas batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: kandungan air (*fluid*), salinitas (kandungan garam), temperatur, porositas, kandungan lempung dan kandungan logam (Waluyo, 2001). Metode induksi polarisasi (IP) merupakan metode geofisika yang mengukur adanya efek polarisasi yang ditimbulkan akibat induksi arus listrik pada batuan yang mengandung mineral logam (Lowrie, 2007). Pengukuran metode induksi polarisasi ada dua kawasan: dalam kawasan frekuensi bila pengukuran menggunakan fungsi frekuensi (PFE) dan kawasan waktu bila pengukuran menggunakan fungsi waktu (*chargeability*) (Suprawoto, 2001).

Berdasarkan hal tersebut, maka untuk mengetahui bagaimana kondisi geologi bawah permukaan terutama yang berkaitan dengan proses alterasi dan mineralisasi di Daerah Mekar Jaya dan Sekitarnya. Dilakukan penelitian geofisika dengan metode geofisika resistivitas dan induksi polarisasi (IP) dengan tujuan untuk mengetahui indikasi (dugaan) zona alterasi dan mineralisasi yang ada di bawah permukaan. Struktur geologi yang berkembang di daerah telitian yang secara umum arah kekar-kekar yang tersisi oleh beberapa mineral logam berarah Barat Laut – Tenggara (NW – SE) (Purwanto H. S., 2011). Arah lintasan pengukuran geolistrik dibuat tegak lurus dengan arah umum kekar-kekar tersebut yaitu Timur Laut – Barat Daya (NE – SW) (Purwanto H. R., 2008).

METODE PENELITIAN

analisis data geolistrik dilakukan dengan pemodelan inversi menggunakan *software* Res2DInv. Model inversi mencoba untuk menentukan sebuah model bawah permukaan secara iterasi, di mana respons model tersebut diharapkan mendekati sifat fisika yang terukur di lapangan. Dalam teknik inversi ini, dimulai dengan membuat model perlapisan awal. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai resistivitas semu teoritis berdasar model perlapisan awal tersebut diatas. Setelah itu dilakukan pencocokan antara nilai resistivitas semu atau chargeabilitas semu terhitung dengan nilai resistivitas atau chargeabilitas yang terukur di lapangan. Proses ini dilakukan hingga mendapatkan selisih antara nilai resistivitas atau chargeabilitas terhitung dengan nilai resistivitas atau chargeabilitas lapangan seminimal mungkin. Jika selisih yang didapatkan masih besar maka model awal diubah dan semua langkah terdahulu dilakukan kembali (diulang atau iterasi), hingga diperoleh selisih seminimal mungkin. Prinsip optimalisasi dilakukan untuk mencapai beda terkecil (kuadrat terkecil (*least square*)) antara respons model terhitung dengan hasil pengukuran melalui pencocokan nilai resistivitas atau parameter polarisasi terinduksi (chargeabilitas)

untuk setiap komponen model. Hasil yang didapatkan adalah berupa penampang inversi 2-D nilai resistivitas dan chargeabilitas (Loke, 2004).

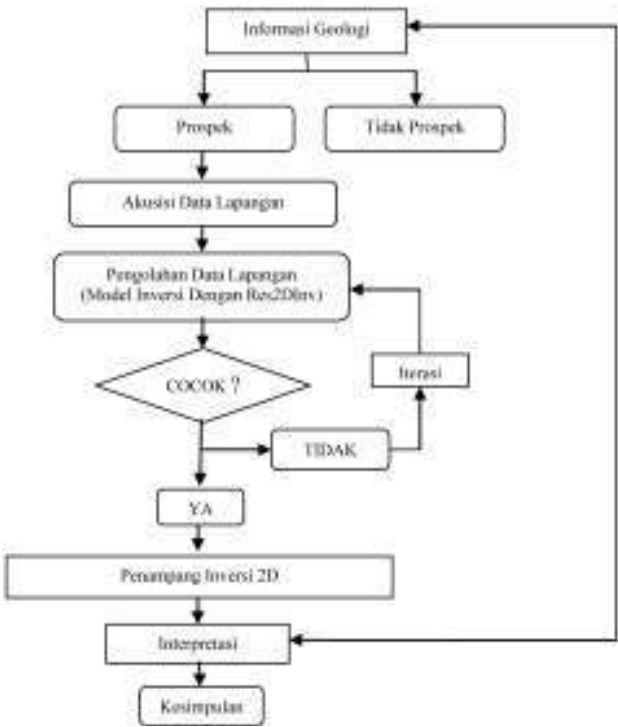
Interpretasi penampang resistivitas dan chargeabilitas 2-D, dilakukan dengan interpretasi pada tiap penampang lintasan dengan referensi nilai resistivitas dan chargeabilitas pada Tabel 1 dan Tabel 2. Selanjutnya dikorelasikan dengan data geologi permukaan daerah pengukuran sebagai dasar interpretasi kondisi bawah permukaan daerah terukur.

Tabel 1. Nilai Chargeabilitas (m.sec) batuan yang mengandung sulfida (Sherift,1990)

Sulfida pada Batuan	Nilai Chargeabilitas (ms)
20 % Sulfida	1.000–3.000
8–20 % Sulfida	500–1.000
2–8 % Sulfida	200–500
< 2 % Sulfida	0–200

Tabel 2. Nilai Resistivitas (Ohm.m) pada batuan (Sherift, 1990)

Batuan	Resistivity (Ohm.m)
Batuan Kristalin (Beku dan Metamorf)	$10^3 - 10^6$
Batuan Sedimen	$10 - 10^4$
Sedimen Lepas	$1 - 10^2$



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## PEMBAHASAN

Dari beberapa lintasan pengukuran hanya beberapa lintasan pengukuran yang akan dibahas secara lebih detail dalam tulisan, terutama pada lintasan SKB 3, SKB 4, SKB 13 dan SKB 14 dikarenakan keterbatasan ruang.

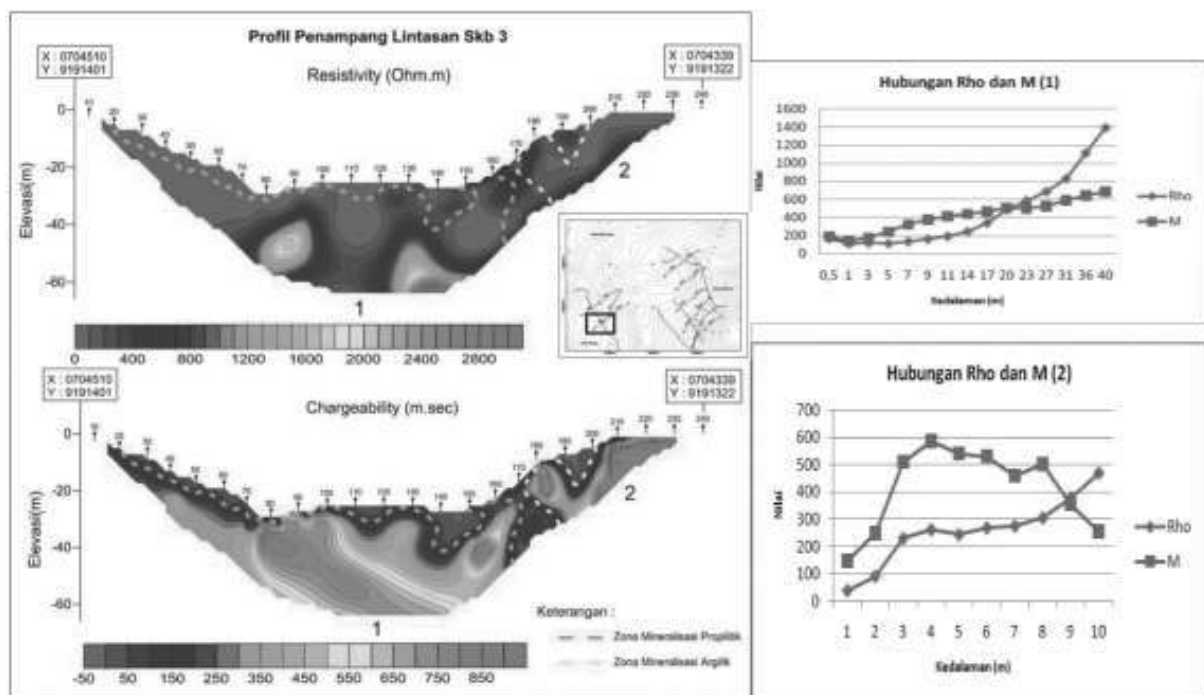
Litologi pada daerah pengukuran lintasan SKB 3 dan Lintasan SKB 4 adalah berupa batuan piroklastik yang teralterasi argilik dan teralterasi propilitik dan batupasir yang tidak teralterasi. Berdasarkan penampang lintasan SKB 3 (Gambar 2) terdapat dua zona anomali, zona yang pertama pada meter ke 20 hingga 160 dengan anomali chargeabilitas yang berkisar antara 200–650 m.sec berasosiasi dengan anomali resistivitas berkisar antara 200–1400 ohm.m, pada Gambar 1 ditunjukkan dengan garis putus-putus warna hijau.

Zona anomali yang pertama dalam bentuk grafik (Gambar 2 (kanan atas)) menunjukkan dari kedalaman 0,5–40 meter, nilai resistivitas yang terukur mengalami peningkatan yang signifikan 0–2800 Ohm.m begitu juga dengan nilai chargeabilitas 200–650 m.sec. Sehingga pada zona ini dapat diinterpretasikan litologi batuan bawah permukaan tersusun oleh batuan yang relatif beragam dari yang relatif lunak (dekat permukaan) hingga yang sangat keras. Pada zona dekat permukaan 0,5–14 meter dengan nilai rho 0–200 ohm.m dan M 200–400 m.sec ini merupakan zona alterasi argilik dan propilitik kuat yang termineralisasi sedang, ditunjukkan di permukaan dijumpai batuan piroklastik yang teralterasi argilik dan propilitik. Zona tengah hingga dalam 17–40 meter dengan rho 300–2800 ohm.m dan M 500–650 m.sec diduga zona dengan

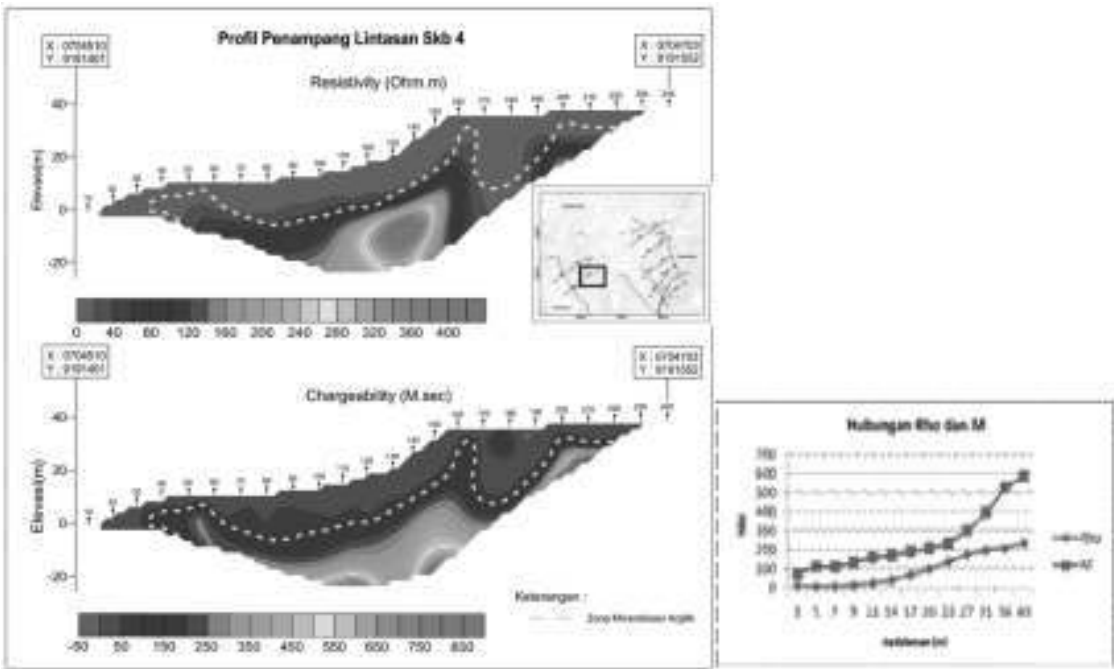
litologi batuan yang relatif keras diinterpretasikan zona alterasi silisik (silisifikasi) pada tubuh intrusi (batuan kristalin) yang termineralisasi kuat. Zona anomali yang kedua (Gambar 2 (kanan bawah)), menunjukkan nilai resistivitas antara 80–300 Ohm.m dan nilai chargeabilitas 150–500 M.sec, berdasarkan anomali tersebut zona ini dapat diinterpretasikan sebagai zona teralterasi kuat yang dindikasikan sebagai zona alterasi argilik dan alterasi propilitik yang dekat permukaan yang termineralisasi sedang.

Berdasarkan penampang lintasan SKB 4 terdapat anomali pada meter ke 30 hingga 220 dengan anomali chargeabilitas yang berkisar antara 100–600 M.sec berasosiasi dengan anomali resistivitas berkisar antara < 80–250 Ohm.m, Gambar 3 ditunjukkan dengan garis putus-putus warna kuning.

Berdasarkan grafik (Gambar 3 (kanan)) pada kedalaman 3–40 meter nilai chargeabilitas cenderung meningkat 100–600 M.sec yang disertai dengan peningkatan nilai resistivitas dari < 80–220 Ohm.m. Pada kedalaman 3–20 meter nilai resistivitas relatif rendah < 80 Ohm.m dengan nilai chargeabilitas berkisar  $\pm$  200 M.sec, diinterpretasikan pada kedalaman ini terdapat alterasi yang dominan mineral ubahannya adalah mineral lempung ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang relatif rendah dan nilai chargeabilitas yang relatif tinggi, maka pada kedalaman ini merupakan zona alterasi argilik kuat termineralisasi sedang. Pada kedalaman 23–40 meter nilai resistivitas cenderung meningkat 100–400 ohm.m dengan nilai chargeabilitas 200–600 M.sec, diinterpretasikan pada kedalaman ini terjadi



**Gambar 2.** Profil Penampang lintasan SKB 3 dan Grafik Hubungan Resistivitas (Rho) dan Chargeabilitas (M) (a). Meter ke 0–165 (b). Meter ke 170–240.

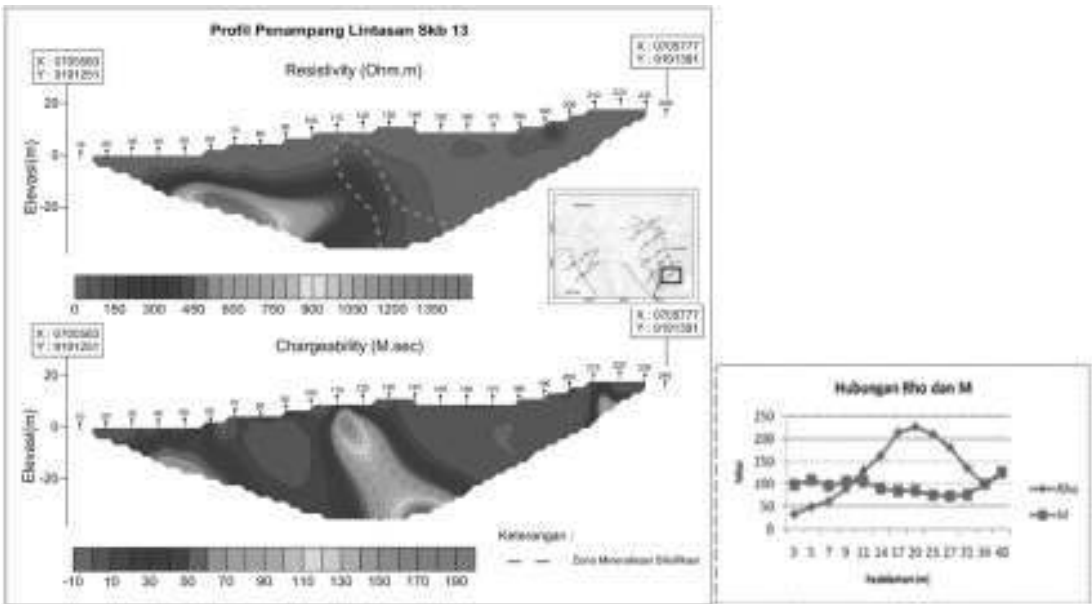


Gambar 3. Profil Penampang lintasan SKB 4 dan Grafik hubungan Resistivitas (Rho) dan Chergeabilitas (M).k

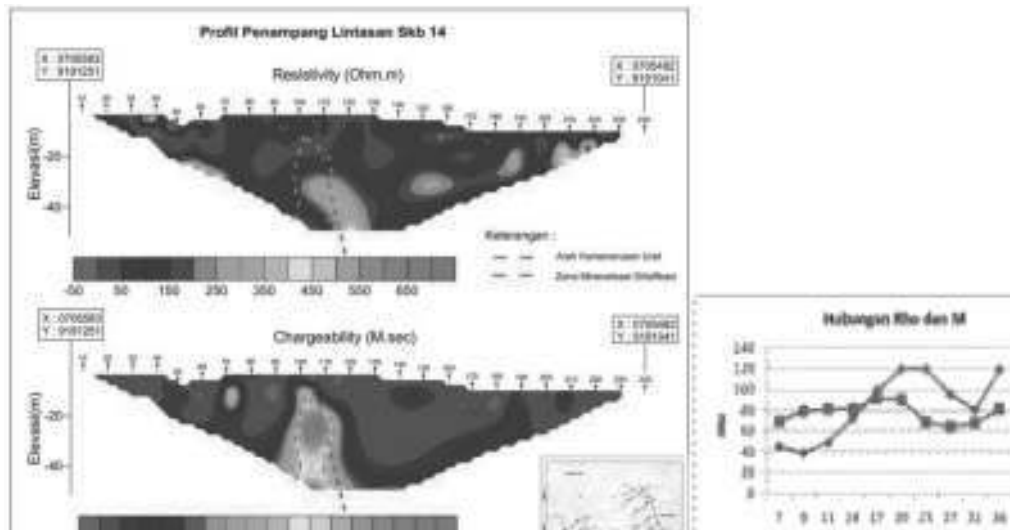
alterasi yang dominan mineral ubahannya adalah mineral klorit hingga ke mineral silikaan ditunjukan dengan peningkatan nilai resistivitas dan nilai chargeabilitas yang relatif tinggi, diinterpretasikan pada kedalaman ini terdapat mineralisasi kuat terjadi pada alterasi propilitik hingga ke silisifikasi.

Litologi daerah pengukuran lintasan SKB 13 dan SKB 14 berupa batuan intrusi andesit dan batuan intrusi diorit yang telah mengalami alterasi dan oksidasi, alterasi yang dijumpai dipermukaan dominan propilitik dan alterasi silisik (silisifikasi).

Berdasarkan penampang lintasan SKB 13 terdapat zona anomali pada meter ke 30–110 terdapat zona dengan nilai resistivitas cenderung tinggi berkisar antara 150–1.350 ohm.m berasosiasi dengan anomali chargeabilitas yang relatif rendah < 90 m.sec. Zona ini terdapat pada batuan yang relatif kompak diduga merupakan batuan intrusi diorit yang menerobos batuan intrusi andesit data litologi permukaan dijumpai singkapan batuan intrusi diorit dan andesit yang menyebabkan mineral batuan andesit berubah dominan menjadi mineral silika litologi



Gambar 4. Profil Penampang lintasan SKB 13 dan Grafik hubungan Resistivitas (Rho) dan Chergeabilitas (M).



**Gambar 5.** Profil Penampang lintasan SKB 14 dan Grafik hubungan Resistivitas ( $\rho$ ) dan Chargeabilitas ( $M$ ) lintasan SKB 14.

permukaan dijumpai alterasi silisifikasi, akan tetapi anomali chargeabilitas pada zona ini relatif rendah ini menunjukkan bahwa zona ini proses mineralisasi tidak terlalu intens (lemah).

Pada meter ke 110–130 terdapat zona peningkatan anomali chargeabilitas yang berkisar antara 100–190 m.sec berasosiasi dengan anomali resistivitas yang berkisar antara 150–450 ohm.m, pada Gambar 4 dengan garis putus-putus warna orange, ditunjukkan dengan grafik (Gambar 4 (kanan)) pada kedalaman 3–40 meter nilai chargeabilitas relatif konstan berkisar  $\pm 100$  m.sec sedangkan pada nilai resistivitas cenderung fluktuatif berkisar antara  $< 80$ –220 ohm.m. Pada kedalaman 3–9 meter nilai resistivitas relatif rendah  $< 80$  ohm.m dengan nilai chargeabilitas  $\pm 100$  m.sec, pada kedalaman ini terjadi alterasi yang dominan mineral ubahannya adalah mineral lempung ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang rendah  $< 80$  ohm.m, maka pada kedalaman ini mineralisasi terjadi pada zona alterasi argilik. Pada kedalaman 11–40 meter nilai resistivitas cenderung meningkat berkisar antara 150–220 ohm.m dengan nilai chargeabilitas  $\pm 100$  m.sec, pada kedalaman ini terjadi alterasi yang dominan mineral ubahannya adalah mineral silika ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai resistivitas  $> 200$  ohm.m dan nilai chargeabilitas  $\pm 100$  M.sec, maka pada kedalaman ini mineralisasi terjadi pada zona alterasi silisifikasi. Sehingga zona mineralisasi pada lintasan SKB 13 dapat diinterpretasikan zona mineralisasi lemah pada zona alterasi silisifikasi kuat – argilik lemah.

Berdasarkan penampang lintasan Skb 14 terdapat zona anomali pada meter ke 100–115 dengan anomali chargeabilitas berkisar antara 50–100 m.sec berasosiasi dengan nilai resistivitas yang berkisar 50–150 ohm.m, pada Gambar 5 ditunjukkan dengan garis putus-putus warna orange. Data permukaan pada sekitar meter ke 100 dijumpai adanya singkapan urat kuarsa yang mengandung mineral logam.

Zona anomali tersebut ditunjukkan dengan grafik Gambar 5 (kanan), pada kedalaman 7–36 meter nilai chargeabilitas relatif konstan  $\pm 90$  M.sec sedangkan pada nilai resistivitas cenderung mengalami peningkatan berkisar antara 50–120 ohm.m. Pada kedalaman 7–14 meter nilai resistivitas relatif rendah  $< 80$  ohm.m dengan nilai chargeabilitas  $\pm 90$  m.sec, pada kedalaman ini alterasi yang dominan mineral ubahannya adalah mineral lempung ditunjukkan dengan nilai resistivitas yang rendah  $< 80$  ohm.m, maka pada kedalaman ini mineralisasi terjadi pada zona alterasi argilik. Pada kedalaman 17–36 meter nilai resistivitas cenderung meningkat berkisar antara 100–120 ohm.m dengan nilai chargeabilitas  $\pm 90$  m.sec, pada kedalaman ini terjadi alterasi yang dominan mineral ubahannya adalah mineral silika ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai resistivitas, maka pada kedalaman ini mineralisasi terjadi pada zona alterasi silisifikasi. Sehingga zona mineralisasi lintasan Skb 14 dapat diinterpretasikan sebagai zona mineralisasi lemah pada zona alterasi silisifikasi kuat – argilik lemah.

Berdasarkan profil penampang 2-D resistivitas dan chargeabilitas (Gambar 6) arah Barat Daya daerah telitian, nilai resistivitas yang terukur dari 0 ohm.m (dekat permukaan) – tinggi 2800 ohm.m, berasosiasi dengan nilai chargeabilitas yang relatif beragam dari rendah 50 m.sec – tinggi 650 m.sec, dapat diinterpretasikan pada daerah tersebut merupakan daerah teralterasi kuat dominan merupakan alterasi argilik dan propilitik (Gambar 7.a) yang termineralisasi rendah hingga kuat dengan arah kemenerusan mineralisasi Barat Laut – Tenggara (Gambar 7.b)

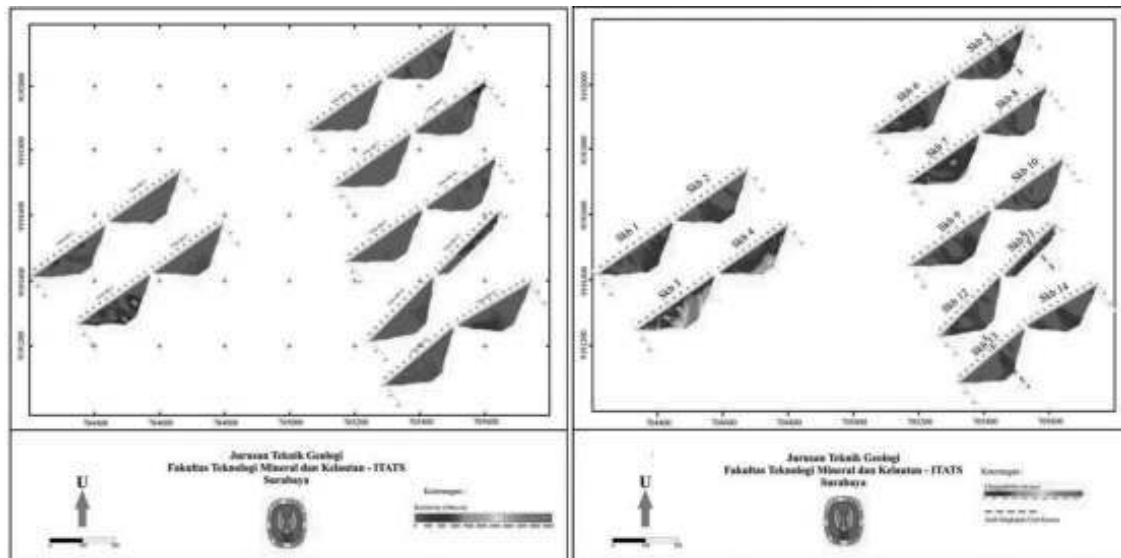
Arah Timur Laut daerah telitian yang memanjang dari arah Barat Laut hingga Tenggara (Gambar 6) nilai resistivitas terukur dari 0 ohm.m (dekat permukaan) – 1500 ohm.m pada beberapa lintasan berasosiasi dengan nilai chargeabilitas 50–200 m.sec. Pada daerah tersebut diinterpretasikan sebagai daerah dengan alterasi



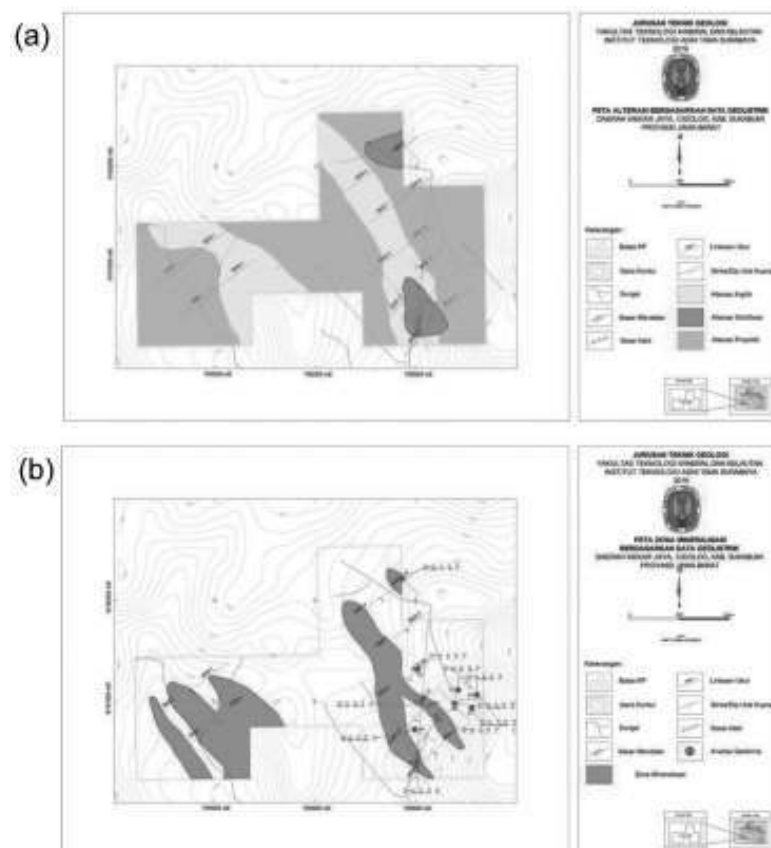
argilik dan propilitik kuat dan sebagian alterasi silisik (silisifikasi) (Gambar 7.a) yang termineralisasi rendah hingga sedang dengan arah kemenerusan Barat Laut – Tenggara (Gambar 7.b). Data geologi permukaan pada daerah ini banyak terdapat singkapan urat-urat kuarsa yang terisi mineral logam yang tersebar dari arah Barat

Laut – Tenggara daerah telitian (Gambar 7.b).

Berdasarkan analisis tersebut sehingga dapat dibuat model geologi bawah permukaan berdasarkan data geolistrik di daerah telitian yang sesuai dengan kondisi geologi permukaan, seperti pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 6.** Profil Penampang 2D Nilai Resistivitas (Kiri) dan Nilai Chargeabilitas (Kanan).



**Gambar 7.** Model geologi berdasarkan data geolistrik daerah telitian (a). Peta Zona Alterasi (b) Peta Zona Mineralisasi.

## KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Berdasarkan data anomali resistivitas dan chargeabilitas daerah telitian, diketahui litologi batuan penyusunnya dan ada atau tidaknya mineralisasi pada batuan tersebut pada daerah terukur.

Berdasarkan data anomali resistivitas, litologi batuan daerah telitian tersusun oleh batuan yang sebagian besar telah mengalami alterasi (ubahan). Alterasi argilik dicirikan dengan nilai resistivitas rendah 0–80 ohm.m, alterasi propilitik dicirikan dengan nilai resistivitas sedang 80–200 ohm.m, alterasi silisifikasi dicirikan dengan nilai resistivitas > 200 ohm.m dan tubuh intrusi (batuan kristalin) dicirikan dengan nilai resistivitas > 1000 Ohm.m.

Berdasarkan data anomali chargeabilitas, daerah telitian terdapat beberapa zona mineralisasi. Zona mineralisasi lemah dicirikan dengan nilai chargeabilitas 50–100 m.sec, zona mineralisasi sedang dicirikan dengan nilai chargeabilitas 100–400 m.sec dan zona mineralisasi tinggi (kuat) dicirikan dengan nilai chargeabilitas > 500 m.sec.

Berdasarkan data anomali resistivitas dan chargeabilitas daerah telitian, arah penyebaran batuan teralterasi yang terdapat proses mineralisasi relatif berarah Barat Laut – Tenggara, sesuai dengan struktur geologi yang berkembang pada daerah telitian.

## DAFTAR PUSTAKA

1. F. Pirajno. 1992. **Hydrothermal Mineral Deposits. Principles and Fundamental Concepts for the Exploration Geologist**. New York. Springer – Verlag.
2. Heru Sigit Purwanto, 2011. **Laporan Eksplorasi Geologi Daerah Mekar Jaya, Cidolog, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat**. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta (Tidak diterbitkan).
3. Herry Riswandi dan Heru Sigit Purwanto. 2008. **Interpretasi Zona Struktur dan Alterasi Berdasarkan Geofisika IP Di Daerah Nirmala, Bogor, Jawa-Barat**, Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 1, No. 1, Januari 2008.
4. Irvine, R.J. and Smith M.J., 1990, **Geophysical exploration for epithermal gold deposits**, *Journal of Geochemical Exploration*, 36 (1990) 375–412.
5. Loke, M.H. 2004. **Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys**. www.geoelectrical.com.
6. Lowrie, William. 2007. **Fundamentals of Geophysics Second Edition**. Cambridge University Press.
7. Oldenburg, D.W., and Li, Y. 1994, **Inversion of induced polarization data: Geophysic**, 59, 1327–1341.
8. Sukanto, RAB. 1975. **Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa Barat**. Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia, Cetakan Kedua Edisi 1990.
9. Suprawoto, Drs. 2001. **Teori dan Aplikasi Metode Induksi Polarisasi (IP)**. Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, UGM (Tidak diterbitkan).
10. Telford, W.M. & Geldart, L.P. & Sherift, R.E. 1990. **Applied Geophysics Second Edition**. Cambridge University Press.
11. Waluyo. 2001. **Teori dan Aplikasi Metode Resistivitas**. Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, UGM (Tidak diterbitkan).

# User Centered Design untuk Mebel Multifungsi Fasilitas Olahraga Balita

Mariana Wibowo dan Cressinta Chyntia Kwan

Program Studi Desain Interior, Universitas Kristen Petra

Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya

mariana\_wibowo@petra.ac.id

## ABSTRAK

Usia balita merupakan tahap awal dari pertumbuhan dan perkembangan anak. Pada fase ini, anak bergerak aktif dan dinamis. Anak tidak hanya bermain dan belajar, tetapi juga berolahraga untuk meningkatkan performa anak dalam kehidupan sehari-hari khususnya di ruang tinggal. Mebel multifungsi menjadi solusi yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut serta mempermudah orang tua dalam pengawasan. Simulasi lokasi objek menggunakan 2 jenis ruang tinggal yaitu rumah tinggal dan apartement dengan ukuran berbeda. Pengumpulan data berupa survey lapangan, survey aktivitas pengguna, dan studi literatur kemudian dianalisis dan disusun dalam programming yang menjadi dasar usulan olah bentuk mebel multifungsi untuk fasilitas olah raga balita di ruang tinggal terbatas. Dengan pendekatan user centered design, konsep yang digunakan playful rubik. Konsep ini memiliki persamaan dengan target perancangan yang ingin dicapai; sistem modular, fleksibel, dan fun pada mebel. Banyaknya jenis olahraga anak dikelompokkan dalam 3 set mebel modular compact masing-masing mebel berukuran kelipatan  $30 \times 30$  cm, di mana tiap set terdapat 3 fungsi mebel olahraga disertai wadah penyimpanan (storage) dengan sistem klasifikasi. Olah bentuk mebel berjumlah 9 buah mebel utama untuk fasilitas olahraga dengan fasilitas pendukung berupa matras tiap set serta storage.

**Kata kunci:** mebel multifungsi, user centered design, olahraga balita, ruang tinggal terbatas

## ABSTRACT

The golden age is the first phase of toddlers' growth and development. In this phase, the child is active and dynamic. Children is not only need to play and learn, but also need to exercise to improve their performance and health development in their daily life, especially in a living space. Multifunctional furniture is a design solution that can fulfill these needs and facilitate parents in supervision. This design simulation object locations using two types of living space that is houses and apartments with different sizes. The data comes from field survey, activities survey and literature studies which are analyzed and compiled in a programming for basic design data. Based on user centered design result, rubik playful is chosen as a concept. This concept has similarities with the user's targets; flexible & modular system, and fun for children furniture. Because of the many types of exercises, it grouped into three sets of modular compact furniture, each measuring  $30 \times 30$  cm increments, there are three functions of sport furniture with storage classification system containers in each set. Shaped in 9 pieces design furniture for sport facilities with supporting facilities including mattress and storage in each set.

**Key words:** multifunctional furniture, kids sport, private spaces

## PENDAHULUAN

Sejak anak masih berada dalam kandungan, setiap orang tua tentu telah memikirkan hal apa saja yang nantinya akan diberikan dan dilakukan kepada anaknya. Anak usia dini memiliki sangat banyak kegiatan/aktivitas yang dapat merangsang kinerja tubuhnya baik sensorik dan motorik seperti bermain, belajar, dan berolahraga. Setiap aktivitas yang dilakukan tersebut menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan anak. Ketika anak mulai belajar melakukan sesuatu yang belum pernah dilakukan atau dilihat sebelumnya, menandakan bahwa kemampuan anak mulai berkembang. Fase pertumbuhan dan perkembangan merupakan fase penting dalam kehidupan anak. Hal ini dimulai sejak anak lahir hingga dewasa nanti. Masa tumbuh kembang di mana anak aktif bergerak berlangsung mulai usia 3–5 tahun. Anak pada masa ini sering disebut balita (bayi di bawah lima tahun).

Balita telah mampu berinteraksi dengan lingkungannya. Ketika balita menerima rangsangan dari sekitarnya, mereka mampu merespons dengan cukup baik sebab aspek sosial, fisik, emosional, dan intelektualnya mulai berkembang.

Anak pada usia dini perlu diperhatikan baik kondisi fisik maupun psikis/mentalnya. Aktivitas yang dilakukan anak akan mempengaruhi fisik dan mentalnya, sehingga menjaga kondisi kesehatan untuk tetap sehat dan bugar menjadi hal yang penting dalam masa tumbuh kembang anak. Dengan demikian, umumnya orang tua akan memberi asupan makanan yang sehat dan cukup. Akan tetapi, hal tersebut tidaklah cukup. Balita juga perlu diberi pelatihan fisik seperti olahraga untuk menjaga tubuhnya tetap sehat dan bugar. Dengan berolahraga dapat meningkatkan perkembangan otak anak sehingga dapat tumbuh cerdas. Selain itu juga, dapat meningkatkan kreativitas anak. Olahraga balita dapat dilakukan di

tempat pelatihan khusus maupun di ruang tinggal seperti rumah atau *apartment*. Namun, apabila olahraga dilakukan di ruang tinggal, akan memudahkan orang tua dalam melakukan pengawasan. Ketika berolahraga/latihan fisik, anak akan senang ketika dapat melakukan kontak visual langsung dengan orangtuanya.<sup>[1]</sup> Kontak visual yang dimaksud adalah ketika anak beraktivitas di dekat orangtuanya, anak akan merasa orang tua memantau mereka sehingga anak merasa bahagia.

Olahraga bagi balita bukanlah hal yang sulit untuk dilakukan karena pada masanya balita sangat aktif bergerak. Ketika berolahraga, balita dapat menikmati aktivitas olahraganya tersebut dengan baik dan *enjoy*. Aktivitas melatih keseimbangan dan kelenturan, berjalan, merangkak, memanjat, melompat merupakan beberapa aktivitas olahraga yang dapat diaplikasikan kedalam fungsi mebel perancangan ini. Peralatan olahraga yang ada saat ini bersifat *fix* maupun modular dengan berbagai dimensi. Ketika fasilitas olahraga akan ditempatkan di ruang tinggal terbatas, dapat menimbulkan masalah dalam keterbatasan ruang dan performa aktivitas anak. Untuk mengatasi masalah keterbatasan ruang tersebut, dapat digunakan mebel multifungsi dengan sistem modular. Sistem modular tersebut bersifat fleksibel, di mana mudah dipindahkan dan ringkas dalam penyimpanan karena penggunaan material yang ringan dan setiap modul dapat dirakit dan digunakan secara bergantian sesuai target pelatihan fisik yang ingin dicapai. Dengan mebel multifungsi, akan menjadikan anak dapat melakukan banyak aktivitas olahraga sekaligus di mana efisiensi penggunaan ruang terhadap pergerakan aktivitas anak dan orang tua di dalam ruang tinggal tetap terjaga.

### Permasalahan

Lahan yang terbatas di kota besar di Indonesia pada ruang tinggal terbatas membuat anak balita kekurangan lahan untuk latihan fisik dan area simpan orang tua untuk perlengkapan main anak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini akan dibahas mengenai kajian rencana, analisa, programming dan hasil olah bentuk mebel multifungsi dengan sistem modular yang aman dan praktis untuk fasilitas olah raga balita yang juga efisien penggunaan ruangnya sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan balita baik sistem sensorik maupun motoriknya. Pendekatan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah menggunakan *user centered design*.

### Tujuan

Tujuan utama dari hasil penelitian dan perancangan ini adalah untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan fisik balita melalui latihan fisik yaitu olahraga. Upaya yang dilakukan yaitu melalui perancangan fasilitas olahraga balita di ruang tinggal terbatas. Dengan adanya fasilitas olahraga tersebut juga akan memudahkan orang tua dalam mengawasi tumbuh kembang anak secara langsung.

Tujuan khususnya adalah memberikan rujukan fasilitas olahraga balita berupa mebel multifungsi yang menyatu dengan desain ruang tinggal terbatas yang akan digunakan. Ruang tinggal tersebut dapat berupa rumah tinggal (*landed house*) atau apartemen. Untuk efisiensi penggunaan ruang, dirancang mebel multifungsi yang dapat mewadahi beberapa jenis aktivitas olahraga sekaligus sebagai wadah penyimpanan (*storage*). Bentuk mebel akan bersifat modular agar mudah dalam penyimpanan dan pemindahan. Mebel multifungsi ini mewadahi beberapa jenis olahraga sekaligus seperti memanjat, melompat, melatih keseimbangan, serta pelatihan otot tangan dan kaki lainnya.

### Target Pengguna

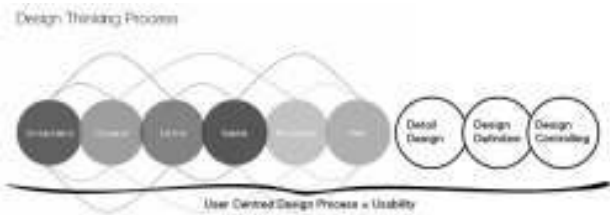
Target pengguna mebel ini adalah anak usia 3–5 tahun (balita). Melalui fasilitas olahraga di ruang tinggal terbatas, akan membantu orang tua dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan anaknya secara langsung. Produk yang akan dirancang berupa 3 set mebel multifungsi modular dengan 3 alternatif desain. Setiap set terdiri dari 3 buah modul mebel untuk fasilitas olahraga sekaligus wadah penyimpanan mainan balita, sehingga jumlah mebel yang akan dirancang sebanyak 9 buah mebel. Setiap mebel memiliki fungsi masing-masing sebagai fasilitas olahraga seperti latihan keseimbangan, berjalan, memanjat, melompat, merangkak, melatih fleksibilitas tubuh, serta melatih otot kaki dan tangan. Sedangkan fungsi *storage* pada modul mebel ini dapat digunakan untuk menyimpan mainan anak. Penyimpanan mainan ini menggunakan metode pengklasifikasian untuk membantu tumbuh kembang otak anak melalui 3 klasifikasi berdasarkan jenis mainan balita. Klasifikasi 1 yaitu penyimpanan berdasarkan *dramatic play hard texture* (robot/mobil-mobilan), klasifikasi 2 berdasarkan *dramatic play soft texture* (boneka), dan klasifikasi 3 untuk mainan edukasi misalnya bola warna, balok bata, dan *ring* donat.

### METODE

#### *Design Thinking Process*

Tahap awal yang dilakukan adalah melakukan studi literatur terkait pertumbuhan dan perkembangan balita, jenis-jenis fasilitas olahraga balita, material, warna, sistem konstruksi, dan desain dari beberapa mebel multifungsi serta wadah penyimpanan (*storage*) mainan balita yang dapat dijadikan referensi untuk merancang. Setelah mengumpulkan data literatur, dilakukan survey lapangan baik lokasi obyek untuk studi kasus maupun pengamatan intensif terhadap aktivitas olahraga balita di beberapa pusat pelatihan olahraga dan sekolah di Surabaya, Jakarta dan Makassar. Tujuan dilakukan pengamatan intensif aktivitas adalah untuk mengetahui masalah dan kebutuhan balita dalam aktivitas olahraga balita secara riil di masyarakat. Ini merupakan proses

‘understand, observe and define’. Data literature, lapangan dan pengamatan intensif pengguna yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan masyarakat secara riil serta solusi desain mebel multifungsinya. Hasil analisa akan masuk kedalam tahap programming dan konsep sebagai dasar dan batasan perancangan.



**Gambar 1.** Design Thinking Process based on user centered design.

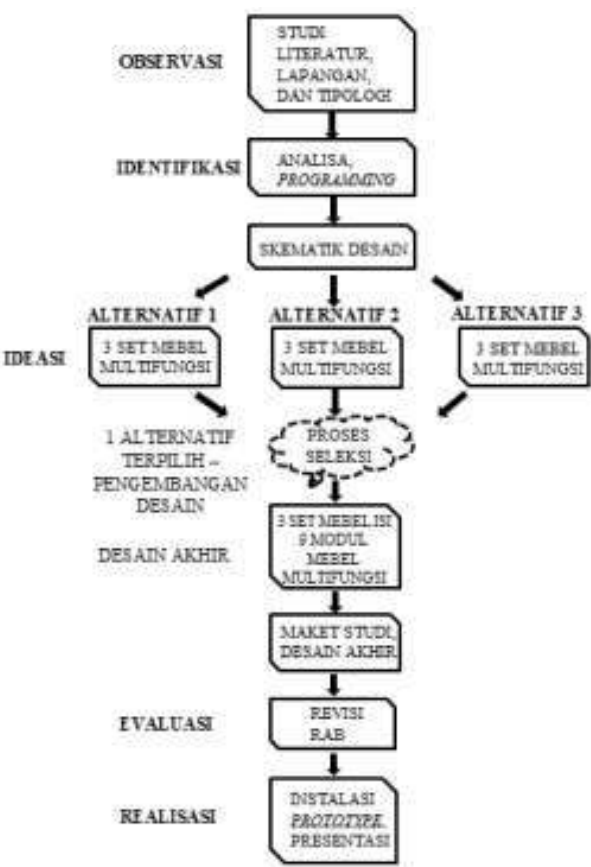
Setelah proses ‘understand, observe and define’, dilanjutkan proses ‘ideasi & prototype’. Hasil *programming* dan konsep digunakan untuk melakukan proses ideasi berupa penentuan konsep dan skematik desain. Dalam skematik desain dibuat 3 set alternatif mebel multifungsi dengan jumlah mebel keseluruhan sebanyak 9 modul mebel fasilitas olahraga sekaligus wadah penyimpanan (*storage*) balita. Setiap modul dalam 1 set mebel dapat digabungkan menjadi fasilitas olahraga atau *storage*. Tiga set alternatif desain tersebut dibuat lengkap beserta gambar kerjanya mulai dari gambar multiview, potongan, detail konstruksi serta visualisasi 3D dengan aplikasi 3D Max.

Dari 3 set mebel yang telah dibuat, di analisa dan dipilih 1 set desain yang terbaik dan memungkinkan untuk uji coba direalisasikan. Sebelum realisasi untuk dibuat uji coba *prototype* skala 1:1, dilakukan perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) terlebih dahulu. Hal ini dilakukan dengan tujuan mengetahui estimasi biaya yang akan dikeluarkan, baik dari biaya material maupun upah tenaga kerja/tukang.

**KAJIAN TEORI**

**Definisi Umum**

1. Olahraga  
Olahraga merupakan suatu kegiatan fisik yang dilakukan seseorang untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan tubuh baik dilakukan secara individu maupun kelompok.
2. Mebel Multifungsi  
Mebel multifungsi merupakan perabot yang memiliki banyak fungsi, dapat digerakkan/dipindahkan yang digunakan manusia di tempat tertentu untuk beraktivitas sehari-hari. Mebel multifungsi tersebut dapat memiliki bersifat modular atau dapat dilipat atau dibongkar pasang (*knock-down*).
3. Balita



**Gambar 2.** Bagan Tahap Metode Perancangan.

Balita merupakan anak berusia 1–5 tahun di mana pada tahap tersebut anak-anak mengalami pertumbuhan dan perkembangan baik secara fisik maupun mental dalam dirinya.

**Karakteristik dan Kemampuan Balita**

Anak pada usia dini cenderung bergerak aktif. Banyak aktivitas yang dapat dilakukan anak untuk mengembangkan dirinya. Anak balita akan mulai beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya tanpa merasa takut karena mereka sudah mulai memiliki rasa percaya diri. Berikut terdapat 4 ciri-ciri anak usia 3–5 tahun:

1. Sosialisasi anak berkembang.
2. Mampu memahami dan merasakan sesuatu (persahabatan dan perasaan).
3. Banyak melakukan aktivitas fisik seperti berlari, memanjat, atau bermain sepeda.
4. *Skill* anak mulai terlihat sehingga perlu didukung untuk dikembangkan.

**Aktivitas Balita di Ruang Tinggal Terbatas**

Secara umum, pertumbuhan dan perkembangan setiap anak akan berbeda-beda. Kecenderungan anak untuk bermain dalam kondisi lingkungan apa pun sangat besar. Hal tersebut dikarenakan rasa ingin tahunya yang tinggi. Ruang tinggal merupakan tempat utama yang paling sering digunakan oleh anak untuk menghabiskan waktu

bermain dan aktivitasnya.<sup>[1]</sup> Dengan penyediaan fasilitas bermain di dalam rumah, akan memudahkan orang tua dalam melakukan pengawasan langsung terhadap anak.

### Aktivitas Olahraga Balita

Banyaknya hasil penelitian yang telah dilakukan, menghasilkan data bahwa latihan fisik dapat memengaruhi fisik dan psikologi anak. Apabila anak sejak usia dini jarang melakukan aktivitas fisik, akan memengaruhi kesehatan mereka saat dewasa nanti. Latihan fisik yang dilakukan anak dapat memberi manfaat berupa peningkatan system kardiovaskular, kinerja otot, menghilangkan stress dan obesitas <sup>[2]</sup>.

Olahraga dapat dilakukan dengan bantuan peralatan tertentu misalnya *gym ball*, *trampoline*, *hoops*, balok, dan tali. Peralatan lain dengan ukuran besar dapat berupa *climbing wall* dan *balance beam* yang biasanya bersifat fix pada area bermain anak. Salah satu fasilitas olahraga, *gym ball* digunakan untuk melatih kelenturan tubuh anak dan dapat memperbaiki postur tubuh anak. Kegunaan peralatan lain misalnya *balance beam* berfungsi untuk melatih keseimbangan anak yang melatih rangsangan sensorik anak.



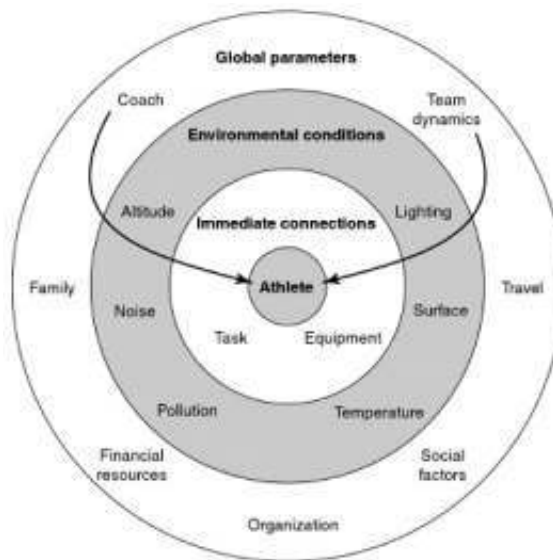
**Gambar 3.** Fasilitas olahraga balita bersifat fix.

Selain peralatan *fix*, terdapat pula fasilitas berbentuk *module*. Fasilitas olahraga *module* bersifat fleksibel karena mudah diubah-ubah bentuknya sesuai keinginan. Selain itu juga mudah dipindahkan (*mobile*). *Module* berarti terdiri dari beberapa komponen yang ketika akan digunakan, dapat disusun sedemikian rupa untuk menjadi rangkaian tertentu.<sup>[3]</sup>



**Gambar 4.** Fasilitas olahraga bersifat modular.

Aktivitas yang dilakukan anak akan berjalan baik dengan dukungan berbagai faktor. Terdapat 3 faktor yang berperan dalam aktivitas olahraga yaitu faktor global (*Global Parameters*), faktor lingkungan (*Environmental Conditions*), dan faktor kedekatan langsung (*Immediate Connections*).<sup>[4]</sup>



**Gambar 5.** Sport ergonomics model.

Pada lapisan paling luar, terdapat pelatih dan tim olahraga yang berperan untuk mengontrol dan menjaga anak ketika berolahraga. Meskipun kedua faktor tersebut diklasifikasikan dalam faktor umum, akan tetapi berpengaruh besar terhadap aktivitas olahraga. Sedangkan keluarga, sosial, organisasi, dan area olahraga merupakan parameter umum lainnya yang mendukung aktivitas olahraga anak. Selain dibutuhkan parameter-parameter umum tersebut, diperlukan pula lingkungan yang dapat mendukung anak untuk beraktivitas <sup>[5]</sup>. Lingkungan bukan berarti hanya berupa manusia, tetapi juga elemen-elemen seperti pencahayaan, akustik, perilaku, material, polusi, dan penghawaan. Sedangkan pada lapisan paling dalam (*Immadiate Connections*) merupakan koneksi paling dekat dengan atlet yaitu aktivitas dan peralatannya. Kedua faktor tersebut merupakan faktor penting dalam melakukan aktivitas olahraga. Dengan adanya aktivitas yang ingin dilakukan dan peralatannya, akan menjadikan aktivitas olahraga dapat berlangsung.

### Desain Mebel Balita

Perabot yang digunakan untuk melakukan aktivitas fisik dapat menyatu dengan elemen interior maupun yang terpisah (*module*). Dengan mebel modular, akan memudahkan anak dan orang tua dalam beraktivitas. Selain itu, dapat menjadikan suasana lingkungan aktivitas anak menjadi lebih baik. Pada beberapa desain perabot aktivitas fisik tertentu, perabot tersebut dapat dilipat atau disimpan ketika tidak digunakan sehingga ruangan dapat terlihat rapi dan ringkas.<sup>[1]</sup>

Desain yang dapat diaplikasikan pada perabot anak:

- Penggunaan warna-warna cerah untuk merangsang kreativitas anak. Akan tetapi, perlu dihindari warna-warna yang terlalu mencolok karena dapat mengganggu konsentrasi anak.
- Penggunaan roda untuk memudahkan pergeseran/pemindahan perabot
- Desain perabot tidak terdapat sudut tajam agar aman ketika digunakan anak

Kriteria umum untuk perabot anak [6]:

1. Desain sesuai umur anak
2. Tahan lama
3. Fleksibel, mudah dipindah
4. Berfungsi ganda (bila memungkinkan)
5. Dapat dilipat/dapat digantung
6. Optimalkan penggunaan material alami
7. Penggunaan material dengan sedikit zat kimiawi (risiko alergi terhadap anak)
8. Memiliki tekstur
9. Memiliki warna yang tenang namun tegas
10. Finishing material menggunakan upholstered dengan *recycled fiber fabrics*
11. Penggunaan material tekstil untuk perabot dengan sistem *fix* karena mudah dibersihkan
12. Penggunaan material plastik yang bersifat ringan dan tahan lama (untuk *outdoor*, tahan cuaca)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data dan Analisa

#### 1. Data Fisik Bangunan

Objek perancangan disimulasikan dalam 2 jenis ruang tinggal terbatas yaitu rumah tinggal dan *apartment* dengan luasan yang berbeda. Rumah tinggal berada di jalan Villa Danau Biru Selatan, Tanjung Bunga, Makassar, sedangkan apartemen berada di jalan Raya Darmo Permai, Surabaya. Setelah melakukan survey lapangan, aktivitas, dan literatur, ditentukan ruang keluarga sebagai area simulasi objek perancangan. Hal tersebut dikarenakan sebagian besar aktivitas di dalam ruang tinggal berlangsung di area tersebut.

Fenomena yang terjadi di kehidupan sehari-hari dapat menimbulkan masalah. Seperti halnya pada object kali ini. Berdasarkan fenomena yang terjadi pada masa pertumbuhan dan perkembangan balita dikaitkan dengan produk mebel yang telah ada, muncul beberapa masalah, antara lain:

- Lokasi objek perancangan beragam
- Sudut tajam pada mebel
- Sistem mebel yang tidak praktis
- Mainan anak tidak tertata rapi
- Penggunaan material mebel yang licin
- Desain mebel tidak efisien dan efektif



Gambar 6. Layout rumah tinggal simulasi objek perancangan.



Gambar 7. Layout apartment simulasi objek perancangan.

#### 2. Programming

Fungsi mebel pada objek ini yang adalah sebagai fasilitas olahraga tidak hanya membutuhkan desain yang ramah (*friendly*) bagi balita tetapi juga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama serta dapat digunakan di segala jenis ruang tinggal. Banyaknya mainan dan fasilitas bermain anak yang tidak terwadahi, memerlukan *space*/wadah penyimpanan sehingga mempermudah dalam pencarian dan penggunaannya. Oleh karena itu, dibutuhkan mebel yang dapat mewadahi aktivitas

olahraga balita sekaligus sebagai wadah penyimpanan (*storage*) yang fungsional, fleksibel, *saving space*, aman, ergonomis, dan multifungsi. Penekanan pada mebel multifungsi ini yaitu modular dengan ukuran modular (kelipatan  $30 \times 30$  cm) dan *compact* sehingga mudah disimpan dan dipindahkan sehingga mebel fleksibel dalam penggunaannya di dalam ruang. Ukuran modul yang digunakan adalah panjang 30–120 cm, lebar 30–40 cm, dan tinggi 30–120 cm, sedangkan ukuran compact adalah panjang 120 cm dan 155 cm, lebar 65 cm dan 70 cm, tinggi 90 cm dan 125 cm. Yang menjadi faktor utama dalam perancangan mebel multifungsi ini adalah keamanan bagi anak yaitu sudut mebel dan penggunaan material yang aman seperti tidak licin dan tidak mengandung bahan kimia berbahaya.

Berdasarkan analisa data lapangan, aktivitas, dan wawancara beberapa narasumber, didesain 3 set mebel multifungsi modular dengan 3 alternatif desain. Setiap set terdiri dari 3 buah modul mebel untuk fasilitas olahraga sekaligus wadah penyimpanan mainan balita, sehingga jumlah mebel yang dirancang sebanyak 9 buah mebel. Setiap set mebel memiliki nilai tambah fungsi sebagai wadah penyimpanan (*storage*) dengan sistem klasifikasi untuk membantu tumbuh kembang otak anak.

1. Set 1 : Fasilitas melatih keseimbangan, fasilitas berjalan, fasilitas melatih kelenturan dan *storage* dengan klasifikasi *dramatic play hard texture* (contoh: robot/mobil)
2. Set 2 : Fasilitas merangkak, fasilitas melatih otot tangan, fasilitas melompat dan *storage* dengan klasifikasi *dramatic play soft texture* (contoh: boneka)
3. Set 3 : Fasilitas memanjat, fasilitas melatih otot kaki, fasilitas alat bantu melompat dan *storage* dengan klasifikasi mainan edukasi (contoh: bola warna, balok bata, dan *ring* donat).

## Konsep dan Aplikasi Konsep

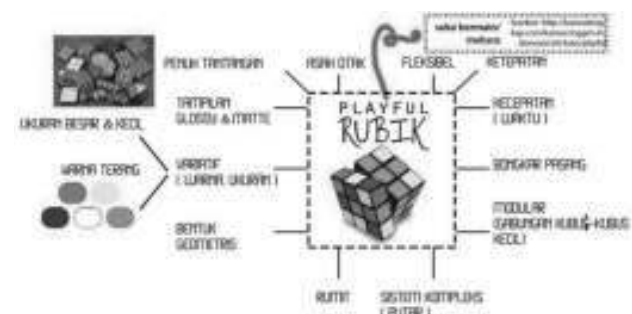
### 1. Konsep Desain

Konsep desain yang digunakan adalah *playful* rubik. Latar belakang pemilihan konsep tersebut adalah sistem dan desain rubik yang memiliki persamaan dengan target perancangan ini yaitu bersifat modular. Kata “*playful*” berasal dari bahasa Inggris yang berarti suka bermain atau lucu, sedangkan kata “*rubik*” merupakan kata benda yang adalah sebuah mainan, sehingga dapat disimpulkan bahwa “*playful rubik*” memiliki arti permainan yang menyenangkan. Dalam aplikasinya pada perancangan ini, fungsi mebel sebagai fasilitas olahraga tercapai secara *fun* dan *enjoy* namun bermanfaat melalui teknik penggunaan mebel dan *storage* yang ada didalamnya di mana akan membantu anak belajar mandiri.

Rubik merupakan mainan berbentuk geometris seperti kotak, segitiga, dan sebagainya. Rubik dapat dimainkan oleh semua orang dari segala usia. Rubik terbuat dari bahan plastik dan terdiri dari 26 kubus kecil yang berputar pada poros yang terlihat. Setiap sisi dari rubik

ini memiliki sembilan permukaan yang terdiri dari enam warna yang berbeda. Rubik hanya menggunakan satu sistem dalam penggunaannya yaitu putar. Berdasarkan teori singkat mengenai rubik diatas, adapun kaitan antara rubik dengan target perancangan ini. Untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan balita serta membantu orang tua dalam melakukan pengawasan terhadap anak melalui aktivitas olahraga di ruang tinggal (rumah tinggal/*apartment*), diperlukan mebel multifungsi yang bersifat modular. Mebel multifungsi tersebut bersifat fleksibel terhadap ruang dan *compact* sehingga ringkas untuk disimpan dan dipindahkan. Keamanan yang merupakan hal utama dalam mebel anak perlu dipertimbangkan dengan baik khususnya dalam hal desain/bentuk. Sedangkan untuk mengembangkan kemampuan motorik dan sensorik anak, dibuat sistem klasifikasi pada fungsi *storage* dalam mebel dan pemberian tekstur tertentu pada mebel.

Rubik yang terdiri dari kubus-kubus kecil dapat dibongkar pasang (modular), diaplikasikan pada perancangan yang memiliki tujuan untuk mawadahi kebutuhan jasmani dan edukasi anak dengan sistem konstruksi modul dan *knock-down*. Sistem penggunaan rubik adalah diputar, di mana penerapannya pada objek perancangan ini diaplikasikan pada sistem penggunaannya pula. Selain sistem, warna pada rubik yang bersifat cerah dapat diaplikasikan pada mebel untuk menjadikan anak lebih aktif dan kreatif. Sedangkan materialnya menggunakan material yang aman baik dari segi tekstur maupun kandungan bahan kimia didalamnya yang dapat berpengaruh pada kesehatan balita. Bentuk geometris tanpa sudut tajam pada rubik juga dapat mendukung optimasi desain mebel untuk balita pada perancangan ini.



**Gambar 8.** Konsep playful rubik

Dari penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa arti dari konsep “*playful rubik*” ini adalah keinginan untuk menciptakan sebuah desain mebel multifungsi untuk fasilitas olahraga yang menyenangkan di mana mebel memiliki sistem yang modular, praktis dan fleksibel serta mampu mawadahi kebutuhan balita untuk mendukung tumbuh kembangnya. Persamaan sifat fleksibel dan modular antara rubik dengan perancangan mebel yang akan dibuat menjadikan konsep rubik dapat teraplikasikan dengan baik.



2. Aplikasi Konsep dalam Perancangan

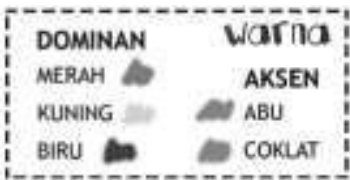
Sistem konstruksi yang digunakan pada perancangan adalah sistem modular dengan modul *fix* dan *knock-down*. Pada beberapa modul mebel tertentu dapat digunakan secara fleksibel yaitu dapat diputar-putar namun tetap memiliki fungsi yang sama. Bentuk yang dipilih untuk mebel perancangan adalah geometris tanpa sudut tajam agar fungsi olahraga pada mebel dapat terealisasi secara maksimal dan keamanan pengguna tetap terjamin.

a. Desain



Gambar 9. Sketsa desain tanpa sudut tajam.

b. Warna



Gambar 10. Warna yang digunakan.

c. Tekstur

Tekstur dihasilkan dari permukaan kayu dan finishing kulit sintetis yang diaplikasikan.

d. Material-finishing



Gambar 11. Material dan finishing yang digunakan.

e. Konstruksi



Gambar 12. Konstruksi yang digunakan.

f. Hardware



Gambar 13. Hardware yang digunakan.

g. Keamanan



Gambar 14. Sistem keamanan yang diaplikasikan.

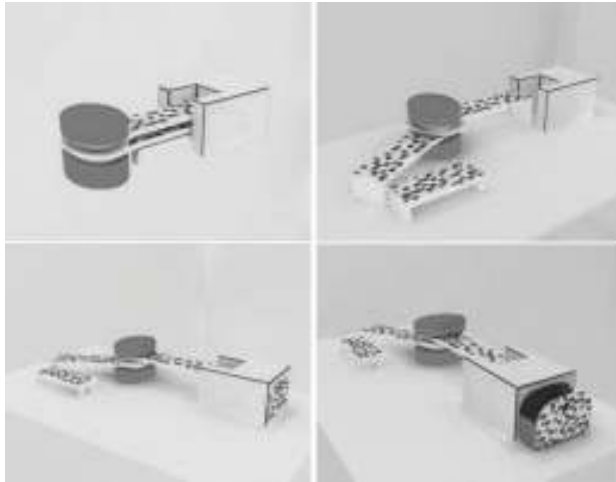
Hasil

Set 1

a. Fasilitas Melatih Keseimbangan

Fasilitas ini terdiri atas 2 modul, yaitu fasilitas melatih keseimbangan balita dan *storage*. *Storage* tersebut didesain sebagai *compact* dari modul fasilitas ini. Anak dapat duduk diatas *storage* tersebut karena memiliki sisi luar yang empuk. *Storage* menggunakan material multipleks 18 mm dan busa 20 mm, diberi *finishing* kulit sintetis berwarna kuning bis biru, sedangkan fasilitas melatih keseimbangan menggunakan material kayu solid dan multipleks 15 mm dengan *finishing* cat ducco. *Finishing* motif kotak-kotak diadaptasi dari visual rubik yang menjadi konsep perancangan ini.

Modul fasilitas ini berukuran 1200 × 400 × 300 mm. Dimensi modul fasilitas melatih keseimbangan 900 × 400 × 300 mm, sedangkan dimensi *storage* 510 × 400 × 300 mm.

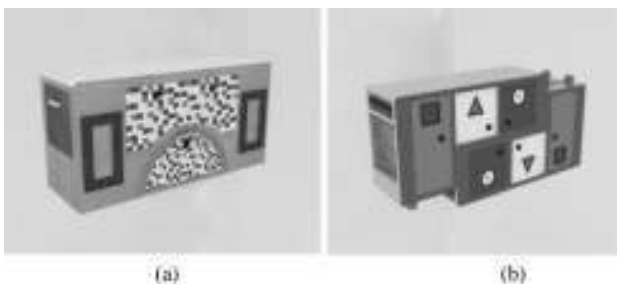


**Gambar 15.** Mebel fasilitas melatih keseimbangan.

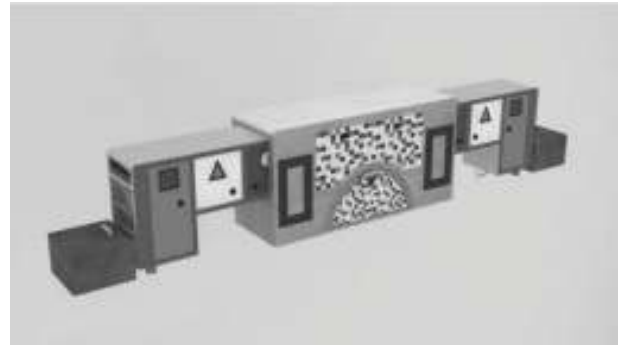
#### b. Fasilitas Berjalan

Fasilitas ini terdiri atas 3 modul dengan ukuran yang sama pada sistem *compact* nya yaitu  $1200 \times 700 \times 600$  mm. Modul 1 terdiri atas 1 buah seperti pada gambar 18 (a), berukuran  $1200 \times 400 \times 600$  mm, sedangkan modul 2 terdiri atas 2 buah seperti pada gambar 18 (b) masing-masing berukuran  $900 \times 300 \times 550$  mm. Modul 1 dapat digunakan secara tunggal, sedangkan modul 2 harus digunakan bersamaan dengan modul 1 untuk memenuhi fungsinya sebagai fasilitas berjalan. Untuk menggabungkan *compact* kedua modul mebel ini, tali di sisi bawah modul dikaitkan ke batang silinder pada sisi samping modul, selain itu, terdapat pula magic tape pada sisi samping bawah modul sehingga *compact* modul tidak bergeser.

Pada modul 1, modul kotak berwarna biru pada kedua sisi modul berfungsi sebagai alat bantu anak untuk naik ke atas modul fasilitas berjalan seperti pada gambar 19. Saat modul 2 digunakan secara tunggal, akan berubah fungsi menjadi fasilitas melatih kelenturan dengan cara dimiringkan seperti pada gambar 20.



**Gambar 16.** (a) Modul 1 fasilitas berjalan; (b) Modul 2 fasilitas berjalan.

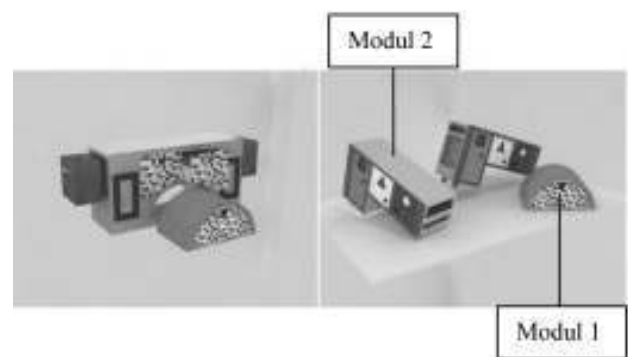


**Gambar 17.** Gabungan modul mebel fasilitas berjalan.

#### c. Fasilitas Melatih Kelenturan

Modul fasilitas melatih kelenturan menjadi satu *compact* dengan modul fasilitas bejalan. Fasilitas ini memiliki 2 modul. Modul 1 berbentuk setengah silinder dan modul 2 berbentuk L terbalik. Penggunaan modul berbentuk L terbalik digunakan dengan cara dimiringkan di mana sisi ujung bawah menjadi tumpuan beban.

Modul 1 berukuran  $600 \times 400 \times 280$  mm, sedangkan modul 2 berukuran  $900 \times 300 \times 550$  mm. material yang digunakan adalah multipleks 18 mm dan busa 20 mm dengan *finishing* kulit sintetis. Tidak hanya sebagai fasilitas olahraga, kedua modul tersebut juga mewadahi fungsi *storage hard texture* (robot/mobil-mobilan).



**Gambar 18.** Mebel fasilitas melatih kelenturan.

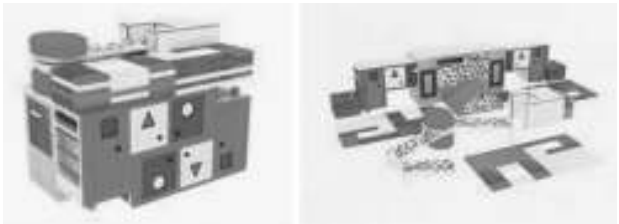
#### d. Modul Matras, *Storage* Mebel, *Compact* dan Aplikasi

Matras ini terdiri atas 6 modul dengan 2 motif berbeda. Satu modul memiliki 2 lembar matras yang dapat dilipat dengan sistem jahitan pada salah satu sisi ujung matras. Pada set mebel ini, satu modul matras memiliki dimensi  $300 \times 600 \times 60$  mm. Saat dibuka dimensi menjadi  $600 \times 600 \times 30$  mm. Matras didesain secara modular agar dapat digunakan sesuai kebutuhan. *Finishing* matras menggunakan kulit sintetis yang dijahit membentuk pola tertentu pada satu sisi, dan kulit sintetis berwarna polos pada sisi lainnya seperti pada gambar 19 (a).

*Storage* pada set mebel ini berfungsi untuk memudahkan mainan anak bertekstur keras (*hard texture toys*) seperti robot-robotan dan mobil-mobilan. Banyaknya variasi warna yang digunakan pada *finishing* pintu *storage* seperti pada gambar 19 (b) bertujuan merangsang otak anak saat beraktivitas khususnya melatih intelektual anak.



**Gambar 19.** (a) Modul matras set 1; (b) *Storage* pada mebel set 1.



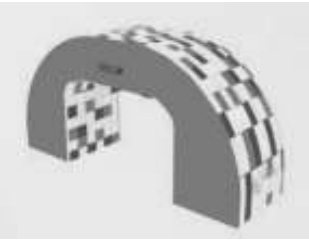
**Gambar 20.** Sistem compact dan aplikasi mebel set 1.

Mebel pada setiap modul set ini didesain menjadi satu (*compact*) untuk mempermudah penyimpanan maupun pemindahan mebel. Dimensi *compact* mebel set ini adalah 1200 × 700 × 900 mm. Penggunaan luasan area untuk set mebel ini adalah 3,4 × 2,5 m atau sekitar 8,5 m<sup>2</sup>. Namun, penyusunan mebel dapat berubah-ubah sesuai dengan ketersediaan area penggunaannya.

**Set 2**

**a. Fasilitas Merangkak**

Dimensi modul ini adalah 1200 × 350 × 600 mm. Material yang digunakan adalah multipleks 18 mm, busa 20 mm, rangka kayu solid ¾ dengan *finishing* kulit sintetis. *Finishing* kulit sintetis pada sisi atas dan bawah modul dapat dilakukan dengan sistem *printing*. Untuk penggunaan modul ini, anak dapat merangkak di lubang bagian bawah, atau merangkak naik dari sisi kanan maupun kiri. Bentuk lubang pada modul ini berbentuk persegi panjang dengan sudut tumpul pada kedua ujung atas sebagai *compact* dari modul matras set mebel ini.

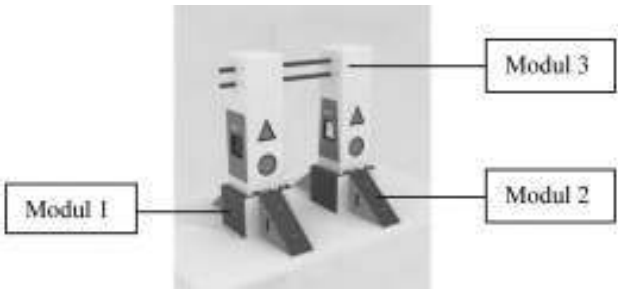


**Gambar 21.** Mebel fasilitas merangkak.

**b. Fasilitas Melatih Otot Tangan**

Fasilitas ini terdiri atas 3 modul. Modul 1 dengan material multipleks 18 mm dengan finishing kulit sintetis warna abu-abu berfungsi sebagai dudukan modul 3. Modul 2 merupakan penstabil fasilitas ini. Didesain berbentuk segitiga siku-siku agar memiliki kekuatan yang stabil untuk menahan beban. Untuk sistem *compact* modul, digunakan pengait pada sisi miring modul. Modul 2 ini dikaitkan ke modul 1 di mana pada sisi depan dan belakang modul 1 diberi rel pengait agar modul 2 dapat dikaitkan dan bersifat mengunci. Modul 3 merupakan modul utama untuk fasilitas ini di mana terdapat tiang bagi anak untuk bergantung (*pull up*) dan *storage* untuk menyimpan mainan bertekstur halus (*soft texture toys*) seperti boneka. Tiang diberi pen pada sisi luar dan dalam agar tidak bergeser saat digunakan.

Wadah *storage* dibagian dalam mebel memiliki dimensi 220 × 240 × 220 mm sehingga mainan mudah dikeluarkan (tidak berhamburan). Wadah *storage* dapat menggunakan kayu ataupun plastik produk fabrikasi. Untuk fungsi melatih otot tangan, fleksibilitas pada mebel ini diaplikasikan melalui dua dimensi ketinggian tiang yang berbeda yaitu 100 cm dan 110 cm yang dapat diatur berdasarkan ketinggian pengguna.



**Gambar 22.** Mebel fasilitas melatih otot tangan.

Warna dan bentuk yang diaplikasikan pada mebel fasilitas ini adalah warna cerah untuk merangsang anak dan bentuk geometris sesuai konsep perancangan yaitu rubik yang juga berbentuk geometris.

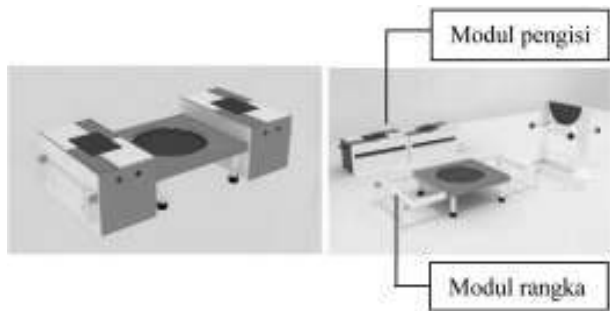


**Gambar 23.** Gabungan modul 1 dan 2 fasilitas melatih otot tangan

Modul 1 memiliki dimensi 400 x 350 x 300 mm. Modul 2 terdiri atas dua komponen, memiliki dimensi 400 x 175 x 300 mm tiap komponennya. Untuk menggabungkan modul 1 dan 2, digunakan pengunci yang dipasang pada sisi depan dan belakang modul. Dimensi gabungan modul 1 dan 2 adalah 1200 x 350 x 300 mm. Modul 3 memiliki dimensi 300 x 300 x 1200 mm. Modul fasilitas ini saat digunakan berukuran 1200 x 1150 x 1200 mm.

c. Fasilitas Melompat

Dimensi modul fasilitas melompat ini adalah 1200 x 600 x 300 mm. Fasilitas ini terdiri atas 2 modul yaitu modul rangka dan modul pengisi. Modul rangka menggunakan frame besi *hollow* 40 x 40 mm yang menyatu dengan permukaan melompat yang berbentuk persegi berukuran 550 x 600 x 200 mm yang terdapat dibagian tengah modul seperti pada gambar 24. Rangka untuk permukaan melompat menggunakan besi dan per yang diikat pada keempat sisi rangka. Karet yang digunakan untuk melompat adalah karet khusus untuk memaksimalkan fungsinya. Sedangkan penutupnya menggunakan kulit sintetis yang diberi karet pada bagian ujungnya untuk mengikat. Untuk penyimpanan yang ringkas, pada bagian tengah rangka terdapat engsel agar modul rangka dapat dilipat menjadi 2.



**Gambar 24.** Mebel fasilitas melompat

Modul pengisi menggunakan multipleks 18 mm dengan *finishing* kulit sintetis. Pada sisi depan dan belakang modul terdapat lubang untuk masuknya

tiang kayu untuk fasilitas melatih otot tangan. Untuk memperkuat modul pengisi dalam menahan beban lompatan, pada bagian dalam modul diberi pemberat berupa pasir yang dimasukkan kedalam wadah berupa plastic/kain

d. Modul Matras, *Storage* Mebel, *Compact* dan Aplikasi

Matras ini terdiri atas 4 modul dengan *finishing* kulit sintetis yang di *print* untuk satu sisi dan warna polos untuk sisi lainnya. Untuk dua modul, di setiap ujung sisinya dilebihkan kulit sintetis sekitar 5 cm untuk perekat (*magic tape*) sedangkan dua modul lainnya dipasang *magic tape* dibagian bawah. Pemasangan modul matras adalah sistem menumpuk seperti pada gambar 25.

Pegangan matras dibuat menggunakan kulit sintetis agar tidak mengganggu sistem *compact* modul matras. Satu modul matras berukuran 400 x 600 x 100 mm. Saat dibuka dimensi matras menjadi 800 x 600 x 50 mm.



**Gambar 25.** Modul matras set 2



**Gambar 26.** *Storage* dan sistem *compact* mebel set 2

*Storage* pada set mebel ini berfungsi untuk mewadahi mainan anak bertekstur halus (*soft texture toys*) seperti boneka. *Storage* pada set mebel ini hanya terdapat pada modul mebel fasilitas melatih otot tangan di mana sistem *storage* yang digunakan adalah memasukkan mainan kedalam wadah *storage* melalui lubang dengan empat bentuk geometris berbeda pada sisi luar mebel yang bertujuan untuk mengajarkan pada anak mengenai bentuk dan melatih anak mandiri meletakkan mainannya kembali setelah selesai menggunakannya.

Dimensi *compact* mebel set ini adalah 1550 x 650 x 900 mm. Penggunaan luasan area untuk set mebel ini adalah 3,1 x 2,7 m atau sekitar 8,37 m<sup>2</sup>. Namun, penyusunan mebel dapat berubah-ubah sesuai dengan ketersediaan area penggunaannya.



Gambar 27. Aplikasi mebel set 2.

Set 3

a. Fasilitas Memanjat

Dimensi modul awal mebel ini adalah  $600 \times 600 \times 900$  mm sedangkan saat digunakan, dimensi menjadi  $900 \times 600 \times 900$  mm. Material yang digunakan adalah multipleks 18 mm dengan *finishing* cat duco pada *body* mebel dan kulit sintetis pada bagian permukaan mebel. Bagian untuk memanjat pada modul ini terletak pada kedua sisi samping. Pada sisi kiri berupa pijakan kaki, sedangkan sisi kanan berupa bidang miring yang digunakan bersamaan dengan matras yang terlipat didalam kotak bagian atas modul seperti pada gambar 29 (a).

Sistem keamanan pada mebel ini ditekankan pada penggunaan *handle* berbahan besi dim. 1 dan  $\frac{3}{4}$  di sisi depan dan belakang dengan tujuan anak balita berpegangan pada sisi samping saat memanjat. Untuk pegangan sisi depan, bagian sisi kiri di mana panjatan berupa batang pijakan, didesain *handle* yang menyatu pada mebel yaitu berupa lubang berbentuk persegi panjang sedangkan pada sisi kanan menggunakan tali yang diikat secara *fix* pada modul.



Gambar 28. (a) Sisi kanan mebel fasilitas memanjat; (b) Sisi kiri dan *storage* pada mebel fasilitas memanjat.

Penggunaan *handle* dapat disesuaikan dengan tinggi penggunaanya. *Handle* dapat digunakan dari ketinggian 95–135 cm. Saat besi diangkat, pen besi dimasukkan pada lubang di *handle* untuk mengunci (besi tidak turun kebawah).



Gambar 29. (a) Sisi kanan mebel fasilitas memanjat saat dibuka; (b) Sisi kiri mebel fasilitas memanjat saat dibuka.

Agar anak merasa nyaman saat memanjat, didesain matras berukuran  $300 \times 400 \times 30$  mm sejumlah 3 buah yang dapat dilipat dengan sistem jahitan. Saat tidak digunakan, matras dapat dilipat dan disimpan dalam kotak mebel. Begitu pula dengan tali panjang yang terletak di posisi yang sama. Terdapat lubang pada kotak mebel agar tali panjang dan tali matras tidak terjepit saat dikeluarkan dan bidang permukaan mebel ditutup.

Kekuatan konstruksi pada mebel ini terletak pada bagian bawah mebel yang merupakan *storage* untuk menyimpan mainan edukasi (*educational toys*). Sistem pengunci *storage* menggunakan besi pengunci yang diputar  $90^\circ$ . Dimensi *storage* adalah  $305 \times 600 \times 630$  mm. Warna yang digunakan pada mebel fasilitas ini adalah dominan warna primer agar merangsang anak lebih bersemangat karena fungsi fasilitas ini yang cukup menantang yaitu memanjat.

b. Fasilitas Melatih Otot Kaki

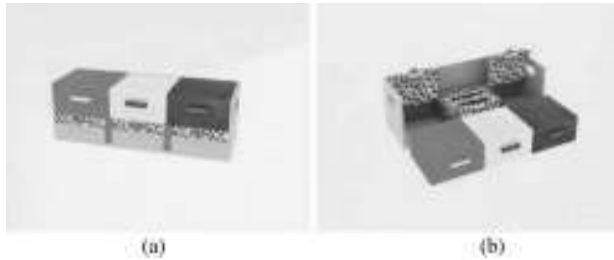
Fasilitas ini terdiri atas dua modul dengan bentuk dan sistem yang sama. Untuk menggabungkannya digunakan perekat berupa *magic tape* pada sisi belakang modul. Satu modul berukuran  $900 \times 300 \times 300$  mm, sedangkan saat kedua modul digabung, berukuran  $900 \times 600 \times 600$  mm. Dalam penggunaannya, tiga buah balok pada sisi atas modul dapat diletakkan pada permukaan lantai dan anak naik keatasnya. Balok berbahan multipleks 9 mm dan busa 20 mm kemudian diberi *finishing* kulit sintetis. Sedangkan untuk pengaturan posisi mebel secara keseluruhan dapat dibuat sejajar atau sederet.

Digunakan pegangan (*handle*) berbahan lunak yaitu kulit sintetis yang dijahit pada modul balok. Sedangkan untuk *handle* mebel secara keseluruhan, dibuat lubang pada kedua sisi samping modul sehingga lebih praktis dan tidak menghabiskan *space*.

Untuk merekatkan ketiga balok pada modul mebel, diberi perekat *magic tape* pada sisi bawah balok dan sisi atas modul mebel. Pada modul mebel ini juga terdapat fungsi *storage* seperti pada gambar 31 (b). Sistem bukaan *storage* tersebut menggunakan engsel kupu dan pengunci berupa magnet agar *storage* tidak terbuka saat mebel dimiringkan untuk disimpan.



**Gambar 30.** (a) Perekat pada sisi belakang mebel fasilitas melatih otot kaki; (b) Modul balok diturunkan agar mebel dapat digunakan



**Gambar 31.** (a) Mebel fasilitas melatih otot kaki saat tertutup; (b) *Storage* pada mebel.

#### c. Fasilitas Alat Bantu Melompat

Dimensi modul fasilitas ini adalah 900 x 600 x 150 mm. Material yang digunakan adalah multipleks 18 mm dengan *finishing* karpet untuk permukaannya dan cat duco serta kulit sintetis untuk bagian lainnya. Fasilitas ini berfungsi untuk membantu anak melompat ke modul mebel yang cukup tinggi tanpa harus memanjat. Penggunaan modul mebel ini memerlukan bantuan orang dewasa (mebel lain pun perlu pengawasan orang dewasa).



**Gambar 32.** Mebel fasilitas alat bantu melompat.

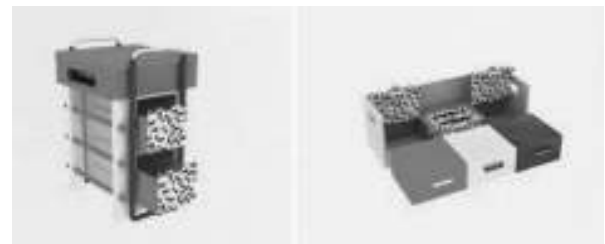
#### d. Modul Matras, *Storage* Mebel, *Compact* dan Aplikasi

Matras terdiri atas 4 modul dengan sistem menumpuk. *Finishing* matras menggunakan kulit sintetis *custom printing* yaitu mengenai 6 jenis olahraga yang terdapat pada mebel perancangan ini. Diaplikasikan di salah satu sisi matras sedangkan sisi lainnya menggunakan kulit sintetis polos yang dijahit membentuk pola tertentu seperti pada gambar 35. Dimensi satu modul matras adalah 600 x 900 x 50 mm; sisi 1 berukuran 400 x 900 x 25 mm, sisi 2 berukuran 600 x 700 x 25 mm. Dimensi matras secara keseluruhan jika digabungkan adalah 110 x 170 x 50 mm, di mana pada bagian tengah terdapat modul tambahan berupa kubus berukuran 100 x 100 x 50 mm untuk menutupi lubang dari bentuk modul tersebut.



**Gambar 33.** Modul matras set 3

*Storage* pada set mebel ini berfungsi untuk memudahkan mainan edukasi (*educational toys*) seperti *puzzle*, *ring* donat, dan lain-lain.



**Gambar 34.** *Storage* pada mebel set 3.



**Gambar 35.** Sistem *compact* dan aplikasi mebel set 3.

Dimensi *compact* mebel set ini adalah 900 x 700 x 1250 mm. Penggunaan luasan area untuk set mebel ini adalah 3,6 x 2,5 m atau sekitar 9 m<sup>2</sup>. Namun, penyusunan mebel dapat berubah-ubah sesuai dengan ketersediaan area penggunaannya.

#### 1. Simulasi Lokasi Objek Perancangan

Mebel perancangan ini diperuntukkan pada penggunaan di ruang tinggal terbatas baik rumah tinggal (*landed house*) maupun *apartment* dengan luasan berbeda-beda. Ketiga set modul mebel dapat digunakan dalam ruang tinggal terbatas tetapi tidak dapat digunakan secara bersamaan karena dimensi yang ada. Penggunaan modul mebel bersifat fleksibel disesuaikan dengan kondisi ketersediaan *space* kosong dalam ruang.

Area ruang keluarga dipilih sebagai lokasi perancangan dalam ruang tinggal terbatas karena setelah melakukan survey lapangan dan aktivitas pengguna (pendekatan *user centered design*), diketahui bahwa sebagian besar aktivitas anggota keluarga dilakukan di ruang keluarga. Selain itu, biasanya dalam organisasi ruang sebuah rumah atau *apartment*, ruang keluarga berdekatan dengan ruang makan dan dapur di mana

ibu atau orang dewasa lainnya banyak menghabiskan waktu untuk beraktivitas di area tersebut. Simulasi pengaplikasian mebel perancangan dalam ruang seperti pada gambar 38 hingga gambar 38 terletak di salah satu rumah tinggal (*landed house*).



**Gambar 36.** Suasana ruang keluarga di rumah tinggal dengan aplikasi mebel set 1.

Area kosong yang terletak di belakang sofa dapat dimanfaatkan sebagai area aktivitas olahraga anak di ruang tinggal. Saat beraktivitas, anak tetap perlu dalam pengawasan orang tua khususnya untuk membantu anak menggunakan mebel tersebut. Pada kenyataannya, anak akan mencari tahu secara mandiri mengenai mebel tersebut karena balita memiliki kecenderungan rasa ingin tahu yang tinggi.



**Gambar 37.** Suasana ruang keluarga di rumah tinggal dengan aplikasi mebel set 2.



**Gambar 38.** Suasana ruang keluarga di rumah tinggal dengan aplikasi mebel set 3.

Selain penggunaan mebel di ruang tinggal, *apartment* juga dijadikan lokasi objek simulasi. Simulasi pengaplikasian mebel perancangan dalam ruang dilakukan di *apartment* Puncak Permai Surabaya.



**Gambar 39.** Suasana ruang keluarga di *apartment* dengan aplikasi mebel set 1.



**Gambar 40.** Suasana ruang keluarga di *apartment* dengan aplikasi mebel set 2.

Seperti pada rumah tinggal, area simulasi pengaplikasian mebel perancangan di ruang keluarga unit *apartment* juga berada di belakang sofa yang memiliki space *kosong*. Berlokasi di *apartment*, maka pengawasan terhadap aktivitas anak lebih mudah karena luasan area yang tidak besar. Apabila area gerak tidak cukup luas, sofa pada ruang keluarga dapat dipindahkan terlebih dahulu. Alternatif lainnya adalah pengaturan posisi mebel yang disesuaikan dengan kondisi ketersediaan area kosong. Desain mebel yang modular menjadikan pengaturannya di dalam ruang bersifat fleksibel.



**Gambar 41.** Suasana ruang keluarga di *apartment* dengan aplikasi mebel set 3.

## 2. Pembuatan *Prototype*

Setelah mendesain sesuai konsep perancangan, desain direalisasikan melalui *prototype* skala 1:1 untuk menguji sistem konstruksi dan keamanan mebel bagi balita. Proses awal yang dilakukan adalah merealisasikan desain beserta *hardware* dan finishing yang telah ditentukan. Pembungkus bagian luar mebel ini yaitu kulit sintetis. Material utama yang digunakan sebagai komponen mebel adalah multipleks dan besi untuk bagian tertentu.





**Gambar 42.** Mebel masih menggunakan multipleks untuk proses uji coba.

Setelah melakukan uji coba sistem konstruksi mebel dan keamanan bagi pengguna beberapa balita, hasilnya adalah balita dapat menggunakan mebel ini secara aman dan stabil. Mebel kemudian dihaluskan baik permukaan maupun *edging* mebel, lalu didempul dan di *finishing* cat ducco.



**Gambar 43.** Proses dempul dan pengecatan *epoxy* pada mebel sebelum di *finishing* cat ducco

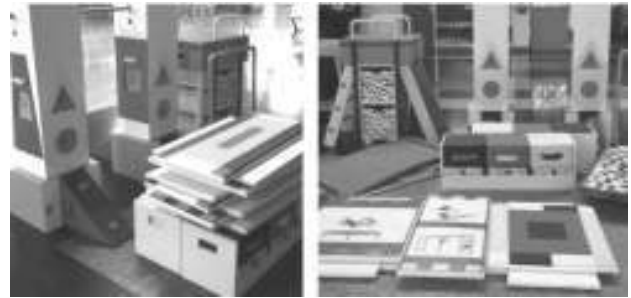
Setelah proses pengecatan selesai, *hardwares* dan aksesoris pelengkap dipasang seperti engsel, pengunci, tali, dan matras.



**Gambar 44.** Pemasangan *hardware* dan aksesoris setelah proses *finishing*.



**Gambar 45.** (a) Penyempurnaan *finishing* mebel; (b) Proses menjahit kulit sintetis pada matras.



**Gambar 46.** Hasil *prototype* skala 1:1.

## KESIMPULAN

Olahraga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan fisik dan mental anak balita. Dalam merancang mebel balita, perlu memperhatikan keamanan karena merupakan faktor penting demi mencapai efektivitas penggunaan mebel. Keamanan tersebut dapat diaplikasikan pada bentuk atau desain, sistem konstruksi, finishing maupun material yang digunakan. Sedangkan untuk warna, balita menyukai warna yang cerah yaitu warna primer (merah, biru, kuning), yang merangsang anak bergerak aktif dan tidak cepat bosan dalam proses tumbuh kembangnya, secara khusus karena mebel multifungsi ini sebagai fasilitas olah raga.

Jenis mebel yang dirancang adalah multifungsi dengan sistem modular agar mebel mudah digunakan di mana saja dan kapan saja (fleksibel) khususnya dalam perancangan ini ditujukan untuk penggunaan di ruang tinggal yaitu rumah tinggal dan *apartment*. Akan tetapi, mebel perancangan ini dapat pula digunakan di tempat lain seperti sekolah, pusat pelatihan fisik, dan lain-lain. Mebel perancangan ini dapat digunakan di ruang tinggal minimum rumah tinggal *type 45* dan *apartment type 2 bedrooms*. Pemilihan ruang tinggal bertujuan untuk dapat memudahkan orang tua dalam melakukan pengawasan dan anak pun dapat berolahraga sekaligus bermain menggunakan mebel yang sama. Perancangan ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan *user centered design process* yang menekankan pada keamanan pengguna dan efektivitas fungsi mebel yaitu sebagai fasilitas olahraga balita dengan nilai tambah *storage*.

Konsep yang diangkat dalam perancangan ini adalah *playful* rubik yang dalam pengaplikasiannya diharapkan mebel dapat digunakan secara *fun* dan *enjoy* namun juga memberi manfaat secara maksimal bagi pengguna. Selain itu, fungsi *storage* dengan sistem klasifikasi pada beberapa modul mebel diharapkan mendidik kemandirian anak khususnya dalam menggunakan dan mengembalikan mainannya setelah tidak digunakan lagi.

Dengan mebel multifungsi ini diharapkan dapat menjadi solusi fasilitas anak balita olahraga, namun sekaligus membantu orang tua dalam pengawasan di rumah dan juga membantu dalam penggunaan mebel pada



space yang terbatas seperti pada ruang tinggal. Selain itu, mebel dengan fungsi olahraga, bermain dan belajar yang *fun* dan *enjoyable* yang menjadi kebutuhan anak dapat tercapai sekaligus. Mebel ini dapat menjadi jawaban terhadap permasalahan yang ada dalam masyarakat pada mebel bagi anak balita dalam ruang tinggal terbatas.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Weinstein, Carol S. dan Thomas G. David. *Spaces for children the built environment and child development*. New York: Plenum (1987).
- Fahey, T, Delaney, L, Gannon, B. School children and sport in Irelandia.” the economic and social research (2005): 18269, 1–5. Available: [http://www.irishsportsCouncil.ie/Research/School\\_Children\\_Sport\\_2005\\_/ESRI\\_School\\_Children\\_.pdf](http://www.irishsportsCouncil.ie/Research/School_Children_Sport_2005_/ESRI_School_Children_.pdf)
- Muharam, Agah Nugraha, *Menata furnitur di ruangan sempit*. Indonesia: Griya Kreasi (2009).
- Reilly, Thomas, *Ergonomics in sport and physical activity*. USA: Library of Congress Cataloging-in (2010).
- Woods, C.B, Tannehill D, Quinlan, A, Moyna, N. and Walsh, J.. “The children’s sport participation and physical activity study (CSPPA).” Irish Sports Council (2010): 1,26-38. Available: <https://www4.dcu.ie/shhp/downloads/CSPPA.pdf>
- General Services Administration (GSA). “Child care center design guide (Chap.8).” U.S. General Services Administration (July 2003): 140, 8.1–8.2. Available: <http://www.gsa.gov/graphics/pbs/designguidesmall.pdf>

# Perjanjian Elektronik untuk Transaksi Onlineshop

Aprilo G. Goemansalangi, Ayu Dwi Novitasari, Vinsensius Tommy Wijaya Japola, Yohanes Takdir

Mahasiswa Fakultas Hukum Universitas Katolik Darma Cendika

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno 201 Surabaya

E-mail: PKM2016\_UKDC@yahoo.com

## ABSTRAK

*Tingginya dan semakin cepatnya kemajuan teknologi membuat berbagai hal dilakukan dengan mudah, dengan cara belanja melalui transaksi onlineshop yang berkembang cukup tinggi. Perkembangan cara berbelanja yang modern seperti ini tidak diiringi dengan peraturan yang menyesuaikannya pula, sehingga kelemahan dan dampak buruk dari cara berbelanja onlineshop ini cukup tinggi. Perjanjian untuk mengurangi risiko yang terjadi dalam transaksi onlineshop bertujuan untuk membantu para pihak agar mendapat hak-haknya dan melakukan kewajibannya sesuai perjanjian dan terhindar dari berbagai kasus yang dapat merugikan. Perjanjian dapat dilakukan dengan cara perjanjian di bawah tangan yang termuat cara-cara pembayaran, obyek barang dan dilengkapi identitas para pihak. Hal tersebut tentu dapat memberikan kepastian terhadap para pihak.*

**Kata kunci:** Perjanjian, Belanja, Transaksi online shop

## ABSTRACT

*The high and the rapid advances in technology make things easy, with a shopping through transactions onlineshop growing quite high. The development of such modern way of shopping that is not accompanied by regulations that adapt well, so that weaknesses and the adverse effects of this way of shopping onlineshop quite high. The agreement to reduce the risks that occur in the transaction onlineshop aims to assist the parties in order to obtain their rights and perform their obligations under the agreement and avoid the various cases which could be detrimental. The agreement can be done by hand under the agreement contained payment methods, object items and include the identity of the parties. It certainly can give assurances as to the parties.*

**Key words:** Agreement, shopping, shop online Transactions

## PENDAHULUAN

Rekening Bersama (selanjutnya disebut dengan RekBer) berperan penting sebagai pihak ketiga dalam transaksi online, tetapi tidak semua RekBer dapat dipercaya karena belum adanya status berbadan hukum. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (selanjutnya disingkat dengan Undang-Undang Perlindungan Konsumen) di Indonesia sebenarnya sudah ada, tetapi dalam efektifitasnya kurang menanggulangi masalah tentang penggunaan jasa oleh RekBer. RekBer sendiri yang sebagian besar bersifat individu atau perorangan tidak berstatus berbadan hukum sehingga masyarakat sebagai pengguna jasa tersebut kurang mendapat perlindungan hukum. Kemunculan RekBer sebagai pihak ketiga merupakan sebuah cara baru bagaimana sebuah kepercayaan lebih diutamakan pada masing-masing individu tanpa bertatap muka.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa penjual maupun pembeli yang melakukan kecurangan memang dari awal tidak ada itikad baik (*good faith*), di mana dari awal memang ada unsur kesengajaan untuk merugikan pihak lain, hal ini didapat dari pengalaman beberapa pemilik usaha RekBer<sup>1</sup>. Dengan munculnya

kasus tersebut yang tentu merugikan beberapa pihak seperti pihak RekBer dan konsumen. Kemudahan untuk berbelanja secara online dimanfaatkan sebagian besar masyarakat sehingga dapat mengefisiensi waktu dan ada yang menggunakannya sebagai tempat untuk mencari penghasilan seperti RekBer. Dengan adanya perjanjian yang berdasarkan pada kebebasan berkontrak pada pasal 1338 Kitab Undang-Undang Hukum Perdata (selanjutnya disingkat KUHPerdata), maka dapat memudahkan para pihak untuk menjamin keamanan dalam melakukan transaksi tanpa harus bertemu langsung dan tentu dapat memiliki kepastian hukum apabila terjadi suatu kasus dan/atau peristiwa yang dapat merugikan para pihak seperti adanya cidera janji. Asas bebas berkontrak ini merupakan salah satu asas yang ada pada hukum perjanjian dan dengan itikad baik, bertujuan mencapai kesepakatan dengan baik. Sesuai pada pasal 1338 ayat (1) KUHPerdata yang menyatakan bahwa:

*“Semua perjanjian yang dibuat secara sah berlaku sebagai undang-undang bagi mereka yang membuatnya.”.*

Sesuai pasal 1320 KUHPerdata yang keempatnya tersebut menyatakan tentang sahnya sebuah perjanjian

<sup>1</sup> Edwin Christian, wawancara pada tanggal 18 April 2016.

terdiri dari empat hal, yaitu: (1) sepakat mereka yang mengikatkan dirinya; (2) kecakapan untuk membuat suatu perikatan; (3) Suatu hal tertentu; dan (4) suatu sebab yang halal. Kebebasan berkontrak sudah ada dalam Undang-Undang, tetapi tidak semua perjanjian dapat dibuat secara bebas-sebebasnya, dalam pasal 1338 KUHPdata yang menyatakan semua perjanjian yang dibuat secara sah berlaku sebagai Undang-Undang bagi mereka yang membuatnya sehingga memungkinkan untuk melakukan perjanjian diluar yang ditentukan Undang-Undang dengan tidak melanggar ketertiban umum dan kesusilaan. Untuk meminimalisir risiko yang besar ada baiknya membuat prakontrak yang dibuat sesuai kehendak para pihak sebelum terjadinya transaksi dan dalam prakontrak dapat mencantumkan klausula mengenai tanggung jawab terhadap penundaan maupun kegagalan transaksi, hal ini dapat pula berupa pengalihan risiko yaitu dengan mengasuransikan barang atau dikenal dengan asuransi kerugian. Peneliti menemukan beberapa peraturan yang tidak dapat melindungi konsumen, seperti adanya perjanjian dengan klausula baku pada saat transaksi, seperti pembatalan penggunaan jasa jika uang sudah ditransfer dikenakan biaya administrasi sebesar 1% (satu persen) dari uang yang telah ditransfer kepada RekBer.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode yuridis empiris, pencarian dan pengumpulan data akan difokuskan pada permasalahan yang akan diteliti. Pengumpulan data akan dilakukan dengan teknik wawancara dan studi kepustakaan. Sebagai sebuah penelitian yang bersifat kualitatif, wawancara dilakukan dengan metode wawancara mendalam (*in depth interview*). Agar pertanyaan dalam wawancara mendalam dan lebih fokus pada pokok permasalahan penelitian, maka peneliti akan mempergunakan pedoman wawancara. Dengan dilakukannya analisis kritis terhadap peraturan perundang-undangan tersebut, akan diketahui perlu tidaknya dilakukan pembaharuan hukum (*legal reform*).

## HASIL PENELITIAN

Dari 200 (dua ratus) kuisoner yang dibagikan secara umum dapat diketahui peminat dari cara berbelanja online cukup banyak, tetapi hingga sekarang perlindungan terhadap transaksi elektronik kurang cukup menjawab permasalahan yang sedang ada dimasyarakat. Peneliti menemukan sebanyak 161 (seratus enam puluh satu) masyarakat secara umum menyukai cara berbelanja online, hal ini diambil dari kuisoner yang dibagikan secara umum terhadap masyarakat. Beberapa dapat menjelaskan alasan mengapa lebih menyukai cara berbelanja online, tetapi sebanyak 130 (seratus tiga puluh) responden tidak dapat menjelaskan alasan

mengapa mereka lebih memilih berbelanja online, sisanya sekitar 31 (tiga puluh satu) responden dapat menjelaskan alasannya, yaitu karena barangnya tidak ada di pasaran dan hanya ingin mencoba-coba saja.

Responden memiliki tingkat kepercayaan yang berbeda-beda, dari hasil kuisoner sebanyak 105 (seratus lima) responden mempercayai para penjual di online dengan berbagai alasan, salah satunya adalah para penjual yakni teman sendiri. Dan dari 56 (limapuluh enam) responden tidak mempercayai meskipun mereka telah melakukan berbelanja online dengan alasan barang yang diiklan tidak sesuai pada saat barang telah diterima. Dari 56 (lima puluh enam) responden hanya ada 20 (dua puluh) responden yang menerima barang tidak sesuai dengan pesanan, lalu sekitar 6 (enam) responden melakukan keluhan dan sisanya sekitar 14 (empat belas) hanya berdiam tanpa melakukan keluhan. 2 (dua) responden yang melakukan keluhan mengatakan tidak adanya bentuk tanggung jawab dan menghilangnya penjual online tetapi sekitar 4 (empat) responden mengatakan penjual bertanggung jawab dan melakukan penggantian. Tersisa 10 (sepuluh) responden yang menerima barang sesuai tanpa keluhan.

Dari hasil kuisoner kepada 200 (dua ratus) responden dapat diketahui terdapat responden yang mengalami kerugian akibat tidak adanya respons dan/atau tanggung jawab dari pihak penjual sehingga keluhannya tidak mudah dilakukan, ditambah lagi proses yang lama membuat responden (konsumen) dari penjual online tidak percaya lagi. Adanya kerugian yang dialami oleh konsumen, maka perlu dilakukan pembaharuan perjanjian untuk dapat melindungi hak-hak konsumen. Perjanjian di antara pelaku usaha dan konsumen sungguh-sungguh dibutuhkan, terlebih jika transaksi yang dilakukan dengan nominal uang yang cukup besar. Perjanjian ini dapat perjanjian di bawah tangan yang dibuat kedua belah pihak sesuai kesepakatan.

Adanya perjanjian benar-benar dibutuhkan dalam transaksi elektronik ini karena sebelum adanya transaksi dapat pula penjual dan pembeli mengadakan perjanjian secara lisan tanpa sepengetahuan pihak RekBer. Hal ini tentu tidak masalah akan tetapi terdapat masalah bagi kedua belah pihak pada saat terjadinya keluhan di mana pihak RekBer dapat pula memberikan solusi akan tetapi karena perjanjian tersebut pihak RekBer tidak dapat membantu sebagai pihak yang tidak memihak siapa pun. Adanya perjanjian dengan klausula baku pada saat transaksi tidak akan dipermasalahkan selama tidak ada keluhan, tetapi terdapat masalah pada saat keluhan ada, dan pada perjanjian awal tidak mengatur, misalnya seperti tunduknya konsumen pada suatu aturan baru dan/atau tambahan yang dibuat sepihak oleh pengguna jasa RekBer.

Peneliti menemukan peraturan sederhana yang dibuat secara umum dan baku, yang harus ditaati oleh penjual maupun pembeli dan dibuat sendiri oleh RekBer, yaitu:

1. Identitas penjual dan pembeli jelas;
2. Jika data sudah benar dalam arti tidak ada masalah maka transaksi dapat dilakukan yaitu pada saat uang ditransfer kepada RekBer. RekBer memberitahu penjual dan setelah barang diterima maka uang yang ada pada RekBer ditransfer secara otomatis kepada penjual;
3. Apa yang diperjualbelikan tidak melanggar undang-undang yang berlaku;
4. Keluhan barang dapat diberikan dalam waktu 3 (tiga) hari sampai 1 (satu) minggu, dengan ketentuan adanya perjanjian di awal apabila barang tidak sesuai maka dapat dikembalikan. Hal ini bertujuan untuk melindungi konsumen;
5. Perjanjian secara lisan maupun tertulis melalui pesan singkat oleh kedua belah pihak yaitu antara penjual dan pembeli diperbolehkan selama pihak RekBer mengetahuinya.
6. Pembatalan penggunaan jasa jika uang sudah ditransfer dikenakan biaya administrasi sebesar 1% (satu persen) dari uang yang telah ditransfer kepada RekBer.

Hal-hal tersebut sebenarnya tidak dapat melindungi konsumen terutama apabila terjadi keluhan. Seorang penjual memang dengan sengaja tidak memasukkan klausula di mana jaminan uang kembali apabila barang yang dipesan tidak sesuai, tetapi dapat pula dicantumkan bahwa pembeli yang dalam hal ini konsumen tidak mengerti arti dari kalimat tersebut. Dari sekian banyak masalah yang terjadi dari akibat transaksi elektronik ini adalah ketidaksesuaian barang yang diterima dan ditambah dengan barang tidak sampai padahal uang sudah ditransfer lalu tidak dapat diambil lagi dan tidak dapat melakukan keluhan karena mereka tidak memiliki badan hukum.

## PEMBAHASAN

### Perlunya Perjanjian dalam Transaksi *Onlineshop*

Semakin banyaknya kasus yang dapat merugikan masyarakat karena beberapa hal seperti penipuan yang terjadi pada kasus-kasus transaksi online, membuat masyarakat kehilangan rasa percaya untuk berbelanja secara online, akan tetapi cara berbelanja online memiliki dampak negatif dan positif. Dampak positifnya yaitu mudah dan tentu efisiensi waktu, sehingga menjadi minat tersendiri bagi masyarakat. Ketertarikan tersebut dapat disalahgunakan oleh beberapa pihak yang tidak bertanggung jawab, untuk mengantisipasi hal tersebut beberapa peraturan telah dibuat akan tetapi banyaknya proses transaksi secara elektronik membuat penanganan dari pihak berwajib dinilai kurang mendalam bagi

sebagian masyarakat. Dalam kontrak terdapat unsur-unsur yaitu, unsur esensial, unsur *naturalia*, dan unsur *aksidental*. Unsur esensial merupakan unsur tentang kesepakatan, sedang pada unsur *naturalia* yaitu unsur yang pasti ada karena Undang-Undang telah mengatur, dan unsur *aksidental* yaitu unsur yang akan ada dan mengikat jika saling memperjanjikan.<sup>2</sup> Dalam transaksi elektronik yang semakin berkembang banyak orang melakukan perikatan yang hanya berdasarkan kepercayaan tetapi tidak sedikit pula yang melakukan perikatan bertujuan menghindari risiko dalam bertransaksi, dan hanya sebatas kesepakatan apabila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan penyelesaian masalah dengan cara-cara yang mereka kehendaki.

Dengan adanya RekBer yang memudahkan sebagian masyarakat sebagai penggunaannya mendapatkan cara-cara yang dapat menjamin seseorang terhindar dari perbuatan dan/atau tindakan yang dapat merugikannya. Pembeli dan/atau konsumen yang menggunakan jasa RekBer dapat mengirim uang lebih dahulu kepada pihak RekBer, selanjutnya barang dari pihak penjual dikirim, pembeli menerima barang yang dipesannya dan memeriksa barang sesuai dengan apa yang diinginkan dan/atau sesuai dengan kesepakatan awal lalu pembeli mengkonfirmasi barang sesuai pesanan kepada pihak RekBer, sehingga uang yang ada pada pihak RekBer diberikan kepada penjual. Pada proses ini rata-rata pihak RekBer memberikan ketentuan secara umum yakni suatu garansi dalam jangka waktu 3 (tiga) sampai 7 (tujuh) hari untuk melakukan keluhan atas barang yang dipesan.

Menurut Suharnoko dalam bukunya, perlindungan hukum bagi pihak yang dirugikan karena diingkarinya janji-janji prakontrak terletak dalam asas itikad baik yakni dalam pasal 1338 ayat (3) KUHPerdata, yang seharusnya diberlakukan bukan hanya pada saat ditandatanganinya dan dilakukannya perjanjian, tetapi juga pada saat sebelum ditandatanganinya perjanjian.<sup>3</sup> Dan menurut ketentuan pasal 19 Undang-Undang Perlindungan Konsumen pelaku usaha harus bertanggung jawab atas kerugian konsumen karena membeli dan menggunakan barang yang diperdagangkan. Suharnoko mengatakan secara implisit bahwa Undang-Undang Perlindungan Konsumen sudah mengakui bahwa itikad baik sudah harus ada sebelum ditandatanganinya perjanjian sehingga janji-janji prakontrak dapat dimintai tanggung jawab ganti rugi apabila diingkari.<sup>4</sup>

Segala tindakan yang dilakukan selalu membawa risiko, begitu pula dalam sebuah kontrak dan/atau perjanjian. I. G. Rai Widjaya dalam bukunya menuliskan, mengacu pada pasal 1460 KUHPerdata di mana yang menentukan bahwa barang sudah menjadi tanggungan pembeli sejak barang tersebut dibeli oleh pembeli apabila terjadi sesuatu, beliau berpendapat bahwa hal tersebut tidak cukup efektif dengan beberapa masalah di mana

<sup>2</sup> Ahmadi Miru, "Hukum Kontrak & Perancangan Kontrak", Jakarta: Rajawali Pers, 2014. hlm. 31–32.

<sup>3</sup> Suharnoko, "Hukum Perjanjian, Teori dan Analisis Kasus", Jakarta: Kencana Prenadamedia Group, 2004, hlm. 12.

<sup>4</sup> *Ibid*, hlm. 14.

barang yang dibeli tidak sampai di tangan pembeli, dan pasal 1460 KUHPdata telah dinyatakan tidak berlaku lagi.

Penjual dan konsumen yang memanfaatkan RekBer sebagai pihak ketiga untuk perantara transaksi agar lebih aman, tetapi pada akhirnya terdapat kelemahan pada sistem transaksi tersebut, ditambahkan lagi apabila transaksi yang terjadi dengan nominal uang yang cukup besar, dapat menyebabkan terjadinya tindak pidana penggelapan bahkan penipuan jika barang tidak sesuai, atau tidak adanya barang yang diterima oleh pembeli. Untuk mengantisipasi atau memperkecil risiko, pembuatan perjanjian untuk transaksi elektronik sungguh-sungguh dibutuhkan. Kedua belah pihak yang memanfaatkan jasa RekBer dimungkinkan untuk tunduk pada peraturan RekBer, akan tetapi apabila kedua pihak penjual dan pembeli tidak menginginkan salah satu peraturan yang disediakan RekBer dapatlah mereka melakukan negoisasi, sehingga termuat dalam perjanjian untuk menyelesaikan perselisihan.

Peraturan untuk membuat klausula baku terdapat pada Undang-Undang Perlindungan Konsumen yakni pada pasal 18, di mana ada larangan-larangan klausula baku yang tentu bertujuan untuk menyamakan kedudukan konsumen dengan pelaku usaha. Klausula baku dapat dan diperbolehkan dibuat oleh pelaku usaha sesuai peraturan yang mengatur dan tidak merugikan konsumen sesuai tujuan dibuatnya Undang-Undang Perlindungan Konsumen. Menurut Yusuf Shofie pada prinsipnya, pasal 18 Undang-Undang Perlindungan Konsumen tidaklah melarang perjanjian baku (*standart form contract*) baik untuk barang maupun jasa, asalkan larangan yang telah diatur tidak dilanggar.<sup>5</sup>

Pada tahapan pelaksanaan perjanjian para pihak diharuskan memenuhi kewajibannya agar saling mendapat haknya masing-masing. Kewajiban yang dilakukan para pihak inilah yang dinamakan prestasi pada suatu perjanjian, apabila salah satu pihak dan/atau para pihak tidak melakukan kewajibannya maka hal tersebut dinamakan wanprestasi.<sup>6</sup> Prestasi pada KUHPdata pasal 1234 yang menyebutkan terdapat 3 (tiga) macam prestasi yaitu, (a) menyerahkan sesuatu; (b) berbuat sesuatu; dan (c) tidak berbuat sesuatu. Prestasi dalam sebuah perjanjian dapat dijelaskan secara tegas sehingga para pihak dapat mengerti apa maksud dari perjanjian tersebut. Pihak yang dirugikan dari tindakan wanprestasi dapat melakukan tuntutan kepada pihak yang melakukan wanprestasi, Ahmadi Miru menulis dalam bukunya terdapat 4 (empat) wanprestasi yakni: (1) sama sekali tidak memenuhi prestasi; (2) prestasi yang dilakukan tidak sempurna; (3) terlambat memenuhi prestasi; dan

(4) melakukan apa yang dalam perjanjian dilarang untuk dilakukan.<sup>7</sup>

Dengan adanya penegasan secara jelas tentang kewajiban dan hak, para pihak dapat terhindar dari risiko yang tentu membawa kerugian karena sesungguhnya perjanjian dibuat bukan untuk merugikan para pihak tetapi melindungi hak dan kewajiban para pihak. Ahmadi Miru menjelaskan, terdapat perbedaan esensial antara tuntutan ganti rugi yang didasarkan pada wanprestasi dan tuntutan ganti rugi yang didasarkan pada Perbuatan Melawan Hukum, apabila tuntutan yang berdasarkan pada wanprestasi (produsen dan konsumen) terlebih dahulu terikat suatu perjanjian sehingga pihak ketiga yakni bukan pihak yang ada pada perjanjian tidak dapat menuntut ganti rugi.<sup>8</sup> Pada penentuan besarnya suatu ganti rugi yang harus diganti dan/atau dibayar pada dasarnya berpegang pada asas bahwa ganti rugi yang harus diganti dan/atau dibayar sedapat mungkin membuat pihak yang rugi dikembalikan pada kedudukan semula yang artinya ganti rugi diberikan sesuai dengan kerugian yang sesungguhnya.

Perjanjian pada RekBer ini merupakan jenis perjanjian jual-beli yang memiliki akibat hukum tertentu. Perjanjian jual-beli diatur dalam pasal 1457 sampai pasal 1540 KUHPdata. Perjanjian jual beli dikatakan pada umumnya merupakan suatu perjanjian yang tertulis dan/atau dalam bentuk tulisan yang memuat peraturan dalam perjanjian dan hal-hal yang diperjanjikan dilakukan dengan cara dan/atau dalam bentuk tertulis dalam arti dapat berupa perjanjian di bawah tangan. Penjual memiliki kewajiban seperti menyerahkan barang yang diperjualbelikan dan melakukan penanggungan atau yang dimaksud menjamin barang kewajiban ini berdasarkan pada pasal 1491 KUHPdata bahwa dalam hal penanggungan yang menjadi kewajiban penjual terhadap pembeli adalah untuk menjamin (1) penguasaan barang yang dijual itu secara aman dan tentram; (2) tiadanya cacat yang tersembunyi pada barang tersebut, atau yang sedemikian rupa sehingga menimbulkan alasan untuk pembatalan pembelian. Pembeli juga memiliki kewajiban untuk membayar barang yang telah dibelinya dari pihak penjual.

Menurut Ahmadi Miru mengutip pendapat dari Edmon Makarim dan Deliana bahwa transaksi melalui internet atau yang sering disebut *e-commerce* (*elektronik commerce*) pada dasarnya sudah dikenal di Indonesia dalam waktu yang cukup lama, terutama sejak dikenalnya *credit cards*, *automated teller machines* dan *telephone banking*, hubungan hukum yang terjadi antar para pihak yang kemudian berdasarkan subjek hukum yang terlibat dapat dikelompokkan dalam:

<sup>5</sup> Yusuf Shofie, "Kapita Selekta Hukum Perlindungan Konsumen di Indonesia", Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2008.hlm. 49.

<sup>6</sup> Ahmadi Miru, "Prinsip-Prinsip Perlindungan Hukum Bagi Konsumen di Indonesia", Op.Cit.hlm.67.

<sup>7</sup> *Ibid*, hlm. 74.

<sup>8</sup> *Ibid*, hlm. 79.

1. *business to business*;
2. *business to customer*;
3. *customer to costomer*;
4. *costomer to business*;
5. *customer to government*.

Ahmadi Miru menjelaskan dari lima kelompok yang ada tersebut pada dasarnya terikat pada suatu perjanjian jual beli, apabila membahas tentang ketentuan hukum yang mengatur tentang jual beli melalui internet ini, tidak dapat diingkari bahwa hal ini pun tunduk pada ketentuan tentang jual beli pada umumnya karena yang membedakan keduanya hanya pada media yang dipergunakan.<sup>9</sup> Perikatan yang timbul dapat terjadi pada waktu yang diinginkan para pihak, perikatan yang menimbulkan perjanjian diharuskan dalam bentuk tertulis. Bentuk tertulis dapat menggunakan cara perjanjian di bawah tangan dengan mengacu pada pasal 1320 KUHPerdata. Menurut Ahmadi Miru yang menerangkan untuk penulisan identitas dalam suatu perjanjian harus dibuat selengkap mungkin untuk mencegah terjadinya kesalahan di kemudian hari, pada saat salah satu pihak ingin berurusan dengan pihak lain berkaitan dengan pelaksanaan perjanjian dijelaskan pula untuk keabsahan kontrak dengan adanya hal tertentu yang dalam arti objeknya dalam perjanjian harus ditulis secara lengkap sehingga tidak salah dalam menyerahkan atau menerima barang sebagaimana yang diinginkan.<sup>10</sup>

Sebisanya mungkin dalam perjanjian transaksi online ini para pihak tidak menguasai dirinya terhadap orang lain meskipun hal tersebut diperbolehkan, tetapi untuk mengantisipasi apabila terjadi peristiwa yang tidak diinginkan maka pihak yang terlibat dalam perjanjian tersebut dapat mengerti dan mengarahkan penyelesaian dengan cara yang lebih baik dan mudah seperti melakukan musyawarah. Pada penerapan klausula-klausula tertentu yang dilakukan oleh pihak yang memiliki kedudukan lebih kuat yang mengakibatkan sangat dirugikannya pihak lemah biasa dikenal dengan penyalahgunaan keadaan.<sup>11</sup>

#### **Keabsahan Pembuatan Perjanjian Tanpa Bertemu Secara Langsung**

Yusuf Shofie berpendapat, dari asas-asas perlindungan konsumen pada pasal 2 Undang-Undang Perlindungan Konsumen, dapat dikatakan bahwa perlindungan konsumen bagaikan sekeping uang logam di mana terdapat dua sisi yang berbeda, satu sisi konsumen dan satu sisi lainnya adalah pelaku usaha dan ketidakmungkinan hanya menggunakan satu sisi saja tanpa menggunakan kedua sisinya sekaligus.<sup>12</sup> Pada kasus penggelapan oleh RekBer di mana uang yang telah ada di RekBer tidak dapat diambil oleh penjual

selaku konsumen jasa dari RekBer dikarenakan adanya penggelapan oleh salah satu karyawan dari Instansi RekBer, menurut ketentuan pasal 1367 KUHPerdata, maka selama karyawan atau perorangan tersebut bekerja didalam suatu perusahaan maka pimpinan perusahaan dan/atau perusahaanlah yang bertanggung jawab atas kesalahan yang dilakukan karyawannya, akan tetapi peneliti menemukan RekBer sebagian besar tidak berbadan hukum sehingga cukup menyulitkan jika terjadi peristiwa dan/atau hal-hal yang tidak diinginkan yang mengakibatkan kerugian. Penjual dapat meminta pertanggungjawaban ke perusahaan yang telah merugikan penjual dengan ketentuan diatas. Pelaku yang melakukan penggelapan uang penjual pada perusahaan RekBer dapat dikenakan tindak pidana menurut ketentuan pidana Pasal 374 Kitab Undang-Undang Hukum Pidana (selanjutnya disingkat dengan KUHPidana) tentang penggelapan.

Peraturan untuk membuat klausula baku terdapat pada pasal 18 Undang-Undang Perlindungan Konsumen, di mana ada larangan-larangan klausula baku yang tentu bertujuan untuk menyamakan kedudukan konsumen untuk setara dengan pelaku usaha. Klausula baku dapat dan diperbolehkan dibuat oleh pelaku usaha sesuai peraturan dan tidak merugikan konsumen. Kemungkinan besar adanya penipuan terhadap suatu transaksi elektronik memang cukup besar risikonya, karena itu adanya penyedia jasa RekBer sebenarnya cukup membantu masyarakat tetapi tentu tidak mudah bagi masyarakat langsung percaya terhadap RekBer. Masyarakat dapat melakukan identifikasi alamat sesungguhnya melalui nomor rekening yang diberikan oleh RekBer, mencari tahu referensi yang cukup dipercaya untuk mengetahui RekBer yang ingin digunakan jasanya. Hal-hal pembuktian ini memang cukup sulit, peneliti menemukan beberapa alasan dari responden sebagai konsumen atau pengguna *online shop*, mempercayai RekBer dengan cara mendapat referensi RekBer dari teman terdekat yang sudah membuktikan barulah dapat dipercaya pihak RekBer tidak ada masalah dalam menyediakan jasanya.

Perjanjian dibuat bukan hanya berdasarkan lisan, namun perjanjian dibuat diatas kertas yang telah ditulis dan/atau diketik lalu dapat dicetak sebagai barang bukti apabila terjadi suatu masalah yang mengakibatkan sengketa. Isi perjanjian tersebut dapat termuat cara-cara pembayaran, barang apa yang diperjualbelikan, harga barang, tempat pembayaran, keadaan memaksa yang dapat menyebabkan batalnya perjanjian dan penyelesaian masalah yang belum diatur dalam suatu transaksi elektronik. Perjanjian tersebut diuraikan untuk saling mengikat satu sama lain dan ikatan tersebut akan berakhir apabila konsumen (pembeli) tidak melakukan keluhan sesuai ketentuan batas waktu yang diberikan oleh RekBer.

<sup>9</sup> *Ibid*, hlm. 143.

<sup>10</sup> *Ibid*, hlm. 149.

<sup>11</sup> *Ibid*, hlm. 41.

<sup>12</sup> Yusuf Shofie, "*Kapita Selekta Hukum Perlindungan Konsumen di Indonesia*", *Op.Cit.* hlm. 118.

Berakhirnya perjanjian dapat dilihat pada ketentuan di pasal 1381 KUHPdata, salah satunya adalah apabila sudah dilakukan pembayaran. Dilakukannya pembayaran lalu pihak pembeli menerima barang maka secara otomatis perjanjian menjadi berakhir tetapi dapat pula tata cara berakhirnya perjanjian dicantumkan dalam suatu perjanjian.

Hapusnya perjanjian yang diakibatkan oleh berlakunya syarat batal terjadi jika kontrak yang dibuat para pihak adalah perjanjian dengan syarat batal, dan apabila syarat tersebut terpenuhi maka perjanjian dengan sendirinya batal. Tanda tangan dapat dilakukan secara elektronik dengan teknologi yang ada seperti komputer dan smartphone yang dilengkapi fitur melakukan tanda tangan secara elektronik. Tanda tangan elektronik memungkinkan pengguna jasa RekBer melakukan perjanjian tidak harus bertemu secara langsung, di sini letak risiko yang memang cukup tinggi tetapi melalui perjanjian ini perlindungan dapat diberikan secara hukum, seperti pada pasal 164 HIR yang disebut sebagai alat bukti yaitu bukti dengan surat. Sehingga cukup membantu para pihak dalam melakukan perjanjian untuk memperkecil risiko yang tidak diharapkan.

Salah satu hak konsumen yang dijamin pada pasal 4 Undang-Undang tentang Perlindungan Konsumen adalah konsumen memiliki hak untuk mendapatkan advokasi perlindungan dan upaya penyelesaian sengketa secara patut. Menurut Yusuf Shofie kata “patut” di situ memang tidak mendapat penjelasan dari Undang-Undang tentang Perlindungan Konsumen, sehingga kata tersebut berkaitan dengan tuntutan-tuntutan etis Undang-Undang Perlindungan Konsumen dalam menyelesaikan sengketa konsumen.<sup>13</sup> Kemudian di dalam bukunya menjelaskan juga beberapa etika dalam penyelesaian sengketa konsumen, yaitu yang pertama adalah *Duty of Care* (kehati-hatian) di dalam etika ini sebenarnya tersimpan kewajiban hukum bertindak atau berbuat secara layak agar tidak mengakibatkan kerugian, penggunaan standar ini memiliki kekurangan dan kelebihan, kekurangannya yaitu pada sifatnya yang kurang pasti sehingga tidak bisa dipakai sebagai patokan yang jelas untuk menilai suatu perbuatan.<sup>14</sup> Terdapat netralitas dalam penyelesaian sengketa konsumen yang diartikan sebagai keberpihakan terhadap konsumen karena gagasan paternalisme yaitu menyangkut hubungan pelaku usaha dengan konsumen meskipun kedua pelaku ekonomi fungsional ini di mata hukum diperlakukan sama. Lalu adanya kerahasiaan yang tercipta dalam suasana saling percaya antara para pihak dan sengketa konsumen tidak lagi diperlukan kerahasiaan apabila sengketa tersebut telah selesai baik melalui mediasi, konsiliasi maupun arbitrase.<sup>15</sup>

Dengan cara pembuatan format perjanjian antar para pihak, yang berisi data para pihak, penjelasan atas

barang yang dijual belikan, cara-cara untuk melakukan pembayaran dan ketentuan lainnya seperti timbulnya suatu masalah dapat diselesaikan secara musyawarah mufakat, maka dapat menghindarkan dari risiko yang berakibat saling merugikan para pihak. Format tersebut dapat terisi secara otomatis apabila data yang pernah masuk sama untuk transaksi kedua kalinya, sehingga memudahkan pembeli maupun penjual dalam bertransaksi. Untuk transaksi menggunakan format perjanjian ini dapat dilakukan apabila harga transaksi dengan nominal diatas satu juta rupiah dikarenakan sanksi yang diberikan dan kerugian yang ditimbulkan cukup tinggi sehingga keluhan dapat diselesaikan dengan mencantumkan bukti surat perjanjian jual beli atas barang tersebut.

## KESIMPULAN

Dengan adanya jasa RekBer sebagai pihak ketiga dalam suatu transaksi elektronik dapat memberikan keefektifan bagi konsumen (pembeli) apabila terjadi risiko penipuan maupun barang tidak sesuai. Konsumen dapat melakukan keluhan karena uang konsumen (pembeli) belum di tangan penjual yang juga memanfaatkan jasa RekBer. Tidak sedikit pula para penjual maupun pembeli tidak mendapat perlindungan hukum, karena jual beli maupun transaksi lainnya yang dilakukan secara *online* memang cukup berisiko untuk mengalami kerugian seperti barang tidak dikirim tidak sesuai dan dapat pula barang sudah dikirim tetapi uang tidak di transfer. Sehingga perjanjian diperlukan untuk melakukan suatu transaksi yang bertujuan melindungi hak dan kewajiban, dan apabila terjadi suatu masalah terdapat arah penyelesaian yang terarah dan memiliki kepastian. Menghindari risiko yang berakibat saling merugikan dapat dilakukan dengan membuat perjanjian tertulis.

## DAFTAR PUSTAKA

### Buku:

1. Sosilo, R. 1995. *RIB/HIR Dengan Penjelasan*, Bogor: Politeia.
2. Widjaya, I.G. Rai, 2003. *Merancang Suatu Kontrak (Kontrak Drafting)*, Jakarta: Kesaint Blanc.
3. Suharnoko, 2004. *Hukum Perjanjian Teori dan Analisa Kasus*, Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
4. Subekti dan Tjitrosudibio, 2004. *Kitab Undang-Undang Hukum Perdata*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.
5. Miru, Ahmadi, 2011. *Hukum Kontrak & Perancangan Kontrak*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

### Undang-Undang:

Kitab Undang-Undang Hukum Perdata  
Kitab Undang-Undang Hukum Pidana  
Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen

<sup>13</sup> *Ibid*, hlm. 126.

<sup>14</sup> *Ibid*.

<sup>15</sup> *Ibid*.

# Perancangan dan Pengembangan Produk Meja Baca Adjustability

## Design and Product Development of Adjustability Reading Table

Hery Murnawan<sup>1</sup> dan Wiwin Widiasih<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

### ABSTRAK

Ergonomi merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang hubungan kenyamanan dan efektivitas sebuah alat kerja dengan manusia sebagai pemakainya. Maksud dan tujuan dari disiplin ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produknya sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-teknologi yang optimal. Penelitian mengenai meja ergonomis sudah banyak dilakukan. Obyek penelitian ini adalah meja baca pemusik di mana dalam kondisi eksisting masih belum fleksibel. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang produk inovatif dari meja baca tersebut di mana dapat disesuaikan tinggi meja dengan penggunaannya.

**Kata kunci:** Ergonomi, Meja baca fleksibel, Inovatif produk

### ABSTRACT

Ergonomics is a knowledge that's learned about comfort and efective tools with human being as an its user. Ergonomics has aim and intention to see the whole problem about human being and technology interaction with the products in order to seek possibility for uman being-technology optimal design system. Many of an ergonomic table ressearch has been done. This research use an reading table that used by musician. The exist of reading table not yet comfortable. So, this research has intention to design inovation product that is adjustability reading table.

**Key words:** Ergonomics, Adjustability reading table, Innovation product

### PENDAHULUAN

Ergonomi atau ergonomics (dalam bahasa Inggris) merupakan kata yang berasal dari Yunani yaitu ergo yang berarti kerja dan nomos yang berarti hukum. Dengan demikian ergonomi adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang hubungan kenyamanan dan efektivitas sebuah alat kerja dengan manusia sebagai pemakainya. Menurut maksud dan tujuan dari disiplin ergonomi adalah mendapatkan suatu pengetahuan yang utuh tentang permasalahan-permasalahan interaksi manusia dengan teknologi dan produk-produknya sehingga dimungkinkan adanya suatu rancangan sistem manusia-manusia (teknologi) yang optimal. Senada dengan Wignjosoebroto, Ismail dan Fauzi mengemukakan bahwasanya fokus ergonomi melibatkan tiga komponen utama yaitu manusia, mesin/peralatan dan lingkungan yang saling berinteraksi antara satu dengan yang lainnya dan interaksi tersebut menghasilkan suatu sistem kerja yang tidak bisa dipisahkan.

Disiplin ergonomi melihat permasalahan interaksi tersebut sebagai suatu sistem dengan pemecahan-pemecahan masalahnya melalui proses pendekatan sistem. Tujuan pokok ergonomi adalah terciptanya desain sistem manusia-mesin yang terpadu sehingga efektivitas dan efisiensi kerja bisa tercapai secara optimal.

Ilmu ergonomi ini telah banyak diaplikasikan dalam berbagai proses perancangan produk (man made objects) ataupun operasi kerja sehari-hari. Dengan diterapkannya ergonomi ini diharapkan akan tercipta lingkungan kerja yang aman, sehat, dan nyaman sehingga kerja menjadi lebih produktif dan efisien serta terdapat jaminan kualitas kerja.

Manusia dalam kehidupan sehari-harinya akan banyak menggunakan berbagai macam produk, mesin maupun peralatan kerja untuk memenuhi kebutuhannya. Dalam sumber referensi yang sama, mengemukakan bahwa produk adalah sebuah “artefak” yang digagaskan, dibuat, dipertukarkan (melalui transaksi jual-beli) dan digunakan oleh manusia karena adanya sifat dan fungsi yang diperoleh melalui sebuah proses transformasi produksi yang memberikan nilai tambah. Untuk bisa menghasilkan produk yang memiliki nilai komersial tinggi, maka diperlukan serangkaian kegiatan berupa perencanaan, perancangan, maupun pengembangan produk yaitu mulai dari tahap menggali ide atau gagasan tentang fungsi produk dilanjutkan dengan tahapan-tahapan pengembangan konsep, perancangan produk (*engineering* dan *industrial design*), evaluasi dan pengujian, dan berakhir dengan tahapan pendistribusiannya.

Anthropometri merupakan salah satu disiplin dari ilmu ergonomi. Disiplin ilmu tersebut telah menganalisis,



mengevaluasi, dan membakukan jarak jangkau yang memungkinkan rata manusia untuk melaksanakan kegiatannya dengan mudah dan gerakan-gerakan sederhana. Dengan ilmu ergonomi interaksi antara manusia dan mesin diwujudkan dengan manusia tidak lagi harus menyesuaikan dirinya dengan mesin yang dioperasikan (*the mans fit to the design*), melainkan sebaliknya yaitu mesin dirancang dengan terlebih dahulu memperhatikan kelebihan dan keterbatasan manusia yang mengoperasikannya (*the design fits ti the man*).

Pada penelitian ini produk yang akan diteliti adalah meja baca untuk pemain musik. Berdasarkan hasil pengamatan pendahuluan terhadap objek penelitian, meja baca pemain musik yang ada di pasaran saat ini tidak dapat fleksibel. Melihat hal tersebut diperlukan perancangan produk meja baca pemain musik yang fleksibel dalam penggunaan untuk kenyamanan pengguna dalam hal ini pemain musik. Perancangan produk pada dasarnya merupakan sebuah langkah strategis untuk bisa menghasilkan produk-produk industri yang secara komersial harus mampu dicapai guna menghasilkan laju pengembalian modal atau *rate of investment*.

Penelitian mengenai meja ergonomis sudah banyak dilakukan seperti desain prototipe meja dan kursi pantai portabel; analisis kebutuhan kenyamanan *setting* meja dan kursi dilihat dari segi ergonomis; perancangan meja dan kursi laptop yang ergonomis di Universitas Katolik Parahyangan; kajian ergonomi pada fasilitas duduk Universitas Kristen Petra.

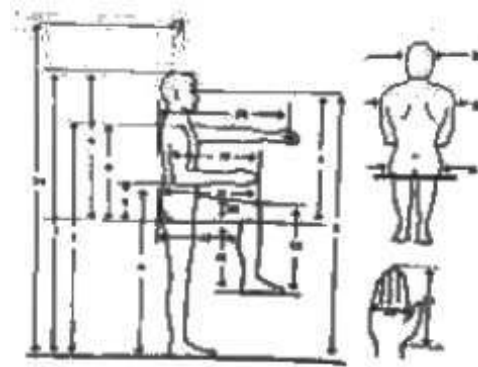
## ANTHROPOMETRI

Berdasarkan Wignjosoebroto (1995), istilah anthropometri berasal dari kata “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Anthropometri merupakan studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Data anthropometri akan diaplikasikan secara luas dalam hal perancangan area kerja (*work station*, interior mobil, dan lain-lain); perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*); perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja komputer, dan lain-lain; perancangan lingkungan kerja fisik.

Berdasarkan data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan atau menggunakan produk tersebut. Dalam perancangan produk harus mampu mengakomodasi dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan. Secara

umum sekurang-kurangnya 90–95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya dengan selayaknya.

Rancangan produk yang dapat diatur secara fleksibel akan memberikan kemungkinan lebih besar bahwa produk tersebut akan mampu dioperasikan oleh setiap orang meskipun ukuran tubuh mereka akan berbeda-beda. Kemampuan penyesuaian (*adjustability*) suatu produk merupakan satu prasyarat yang penting dalam proses percangan (Wignjosoebroto, 1995). Gambar 1 merupakan informasi mengenai bagian tubuh yang diperlukan untuk pengambilan data anthropometri.



**Gambar 1.** Data Anthropometri yang Diperlukan untuk Perancangan Produk atau Fasilitas Kerja.

Pada umumnya manusia berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ukuran tubuh manusia antara lain umur; jenis kelamin; suku/bangsa; dan posisi tubuh. Dalam kaitan dengan posisi tubuh terbagi menjadi dua jenis yaitu pengukuran dimensi struktur tubuh di mana tubuh diukur dalam berbagai posisi standar dan tidak bergerak (tetap tegak sempurna) dan pengukuran dimensi fungsional tubuh di mana pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat berfungsi melakukan gerakan-gerakan tertentu yang berkaitan dengan kegiatan yang harus diselesaikan. Selain faktor yang telah disebutkan terdapat faktor yang dapat mempengaruhi variabilitas ukuran tubuh manusia seperti cacat tubuh, tebal/tipisnya pakaian yang harus dikenakan, dan kehamilan.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan gambaran secara utuh mengenai tahapan dan urutan pengerjaan dalam penelitian. Gambar 2 merupakan metodologi penelitian yang terdiri atas tiga tahap antara lain *pre-eliminery study*, *research study*, dan *marketanalysis*.



Gambar 2. Metodologi Penelitian.

Dalam tahap *preliminary literature study* dilakukan identifikasi dan perumusan masalah. Dalam *research study* dilakukan perancangan desain dan pengembangan produk serta uji aspek ergonomis. Uji aspek ergonomis yang dilakukan meliputi aspek fungsi, model, estetika, kualitas, dan harga. Dalam tahap *market analysis* dilakukan analisis kompetitor dan analisis SWOT produk.

PERANCANGAN PRODUK

Gambar 3 dan 4 berikut merupakan gambaran produk yang dirancang.



Gambar 3. Perancangan Produk Meja Baca *Adjustability*.



Gambar 4. Dimensi dan Ukuran Perancangan Produk.

Tabel 1 merupakan data kebutuhan dalam pembuatan rancangan produk meja baca *adjustability*. Gambar 5 merupakan struktur produk meja baca *adjustability* yang dirancang.

Tabel 1. Data Kebutuhan Komponen

No	Nama Komponen	Bahan
1	Papan meja	Kayu triplek 5mm
2	Penyangga buku	Kayu triplek 5mm
3	Pengunci meja	Plat <i>stainless</i> 3mm
4	Baut pengunci	M6(A325)
5	Pipa besar	Pipa 1/2 inci ( <i>stainless steel</i> )
6	Pen	Stainless steel
7	Pengunci pipa	<i>Stainless steel</i>
8	Pipa kecil	Pipa 3/8 inci ( <i>stainless steel</i> )
9	Kaki	<i>Round bar</i> ø 15 ( <i>stainless steel</i> )
10	Karet landasan	<i>Rubber</i> (karet)
11	Pegas	<i>Stainless steel</i>

DISKUSI DAN PEMBAHASAN

HASIL

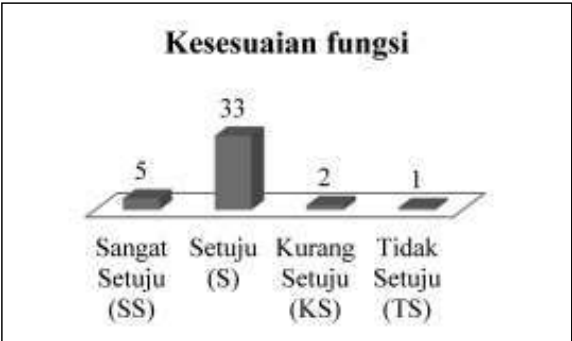
Aspek Fungsi

Aspek fungsi yang ada pada produk meja baca *adjustability* ini antara lain:

- 1. Memudahkan orang dalam membaca untuk posisi berdiri atau duduk sehingga pembaca tidak cepat lelah dalam membaca (ergonomis).
- 2. Desain meja yang ringan sehingga dapat mudah dibawa untuk bepergian.

Untuk memperkuat aspek fungsi yang terdapat pada produk meja baca *adjustability* ini maka dilakukan *voice of customer* (VOC) berupa kuisisioner. Kuisisioner disebarkan kepada 41 responden. Kuisisioner tersebut berisi pertanyaan yang terdapat 4 jawaban yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan kurang setuju (KS). Pertanyaan dalam kuisisioner antara lain:

a. Apakah meja tersebut sudah sesuai dengan fungsinya?



b. Apakah Anda mengetahui fungsi dari meja tersebut?



c. Apakah ada produk lain yang memiliki fungsi seperti produk tersebut?



d. Menurut Anda apakah produk ini berbeda dari produk lain?



e. Apakah produk ini sudah memiliki fungsi yang dibutuhkan oleh konsumen?



**Aspek Model**

Dalam aspek model akan diuraikan mengenai model meja baca *adjustability* sebagai berikut:

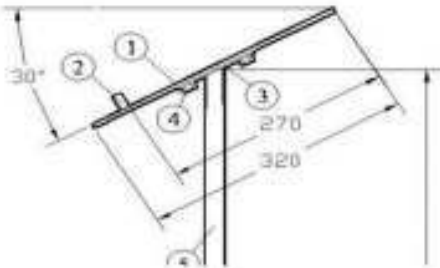
1. Bentuk dan dimensi dibuat sedemikian rupa sehingga mudah dibawa serta ringan.



2. Meja menggunakan tiga kaki sebagai pijakannya agar kokoh (tidak mudah roboh).



3. Meja dibuat kemiringan tertentu untuk mempermudah pengguna dalam membaca.



Dalam kuisisioner ditanyakan beberapa hal antara lain:

- a. Apakah model dari produk tersebut sudah menarik?  
Untuk pertanyaan ini jawaban responden setuju menyatakan produk sudah menarik.
- b. Apakah warna dari meja tersebut sudah menarik?  
Untuk pertanyaan ini jawaban responden sudah setuju bahwa meja tersebut menarik.
- c. Apakah Anda tertarik jika model tersebut diberi kaki 4? Untuk pertanyaan ini jawaban responden adalah tidak setuju.
- d. Apakah perlu ditambahkan model atau aksesoris lain? Untuk pertanyaan ini jawaban responden adalah setuju untuk ditambahkan aksesoris lain.

- e. Apakah model dari meja ini lebih baik dari meja lain? Untuk pertanyaan ini jawaban responden adalah model meja baca *adjustability* lebih baik dari produk lain.

#### Aspek Estetika



Dalam aspek estetika akan diuraikan mengenai model meja baca *adjustability* adalah meja dapat diatur ketinggiannya karena memiliki pen yang berfungsi sebagai penahan pipa besar dan pipa kecil.

Dalam kuisioner pertanyaan terkait penilaian aspek estetika antara lain:

- Apakah model dari produk tersebut sudah sesuai dengan estetika produk? Responden setuju estetika produk sudah sesuai.
- Apakah perlu diberi pengatur juga pada bagian meja agar bisa diatur derajat kemiringannya? Responden menjawab agar diberi pengatur pada bagian meja untuk mengatur derajat kemiringan.
- Menurut anda apakah produk ini sudah memiliki prinsip yang ergonomis? Responden menjawab produk sesudah memiliki prinsip ergonomis.
- Apakah produk ini memiliki estetika yang dibutuhkan konsumen? Responden menjawab produk sudah memiliki aspek estetika yang dibutuhkan konsumen.
- Apakah tinggi dari meja ini sudah sesuai dengan kebutuhan konsumen? Responden menjawab tinggi meja sudah sesuai dengan kebutuhan konsumen.

#### Aspek Kualitas

Aspek kualitas yang ada di produk meja baca *adjustability* ini yaitu bahan yang digunakan dari *stainlesssteel* sehingga cukup kuat dan tahan lama dan bahan yang digunakan adalah bahan yang tidak mudah berkarat. Pertanyaan untuk menilai aspek kualitas produk antara lain:

- Apakah kualitas produk ini sudah baik? Responden menjawab kualitas produk sudah baik.
- Menurut Anda apakah kualitas dari produk ini membawa harga menjadi mahal? Responden menjawab karena produk berkualitas baik maka juga akan mempengaruhi harga.

- Apakah ada meja lain yang sama kualitasnya dengan produk ini? Responden menjawab ada meja lain yang sama kualitas produknya.
- Menurut Anda apakah produk ini sudah layak untuk diperjualbelikan? Responden menjawab produk layak diperjualbelikan.
- Dilihat dari segi bahan apakah produk sudah memiliki kualitas yang baik? Responden menjawab dari bahan yang digunakan produk memiliki kualitas yang baik.

#### Aspek Harga

Produk meja baca *adjustability* ditawarkan untuk dijual dengan harga Rp. 200.000. Dalam kuisioner, responden diberikan pertanyaan antara lain:

- Apakah harga yang ditawarkan dalam produk ini sudah sesuai dengan kantong konsumen? Responden menjawab harga yang ditawarkan sudah sesuai.
- Apakah harga tersebut terlalu mahal? Responden menjawab harga tersebut tidak mahal.
- Apakah ada produk lain yang kualitasnya sama, tapi dengan harga yang lebih murah? Responden menjawab terdapat produk lain yang kualitas sama namun harga lebih murah.
- Menurut Anda apakah harga produk ini sudah sesuai dengan kualitasnya? Responden menjawab harga dan kualitas yang diberikan produk sudah sesuai.
- Apakah harga produk ini sesuai untuk kalangan menengah keatas? Responden menjawab sudah sesuai.

#### MARKET ANALYSIS

Pada bagian *market analysis* dibagi ke dalam analisis kompetitor dan analisis SWOT produk.

##### Analisis Kompetitor

Kompetitor untuk meja baca *adjustability* adalah meja baca biasa yang belum atau tidak dapat diatur ketinggian se-fleksibel mungkin bagi penggunaannya. Oleh karena itu meja baca *adjustability* merupakan meja pertama yang memiliki inovasi untuk mengatur ketinggian meja dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna.

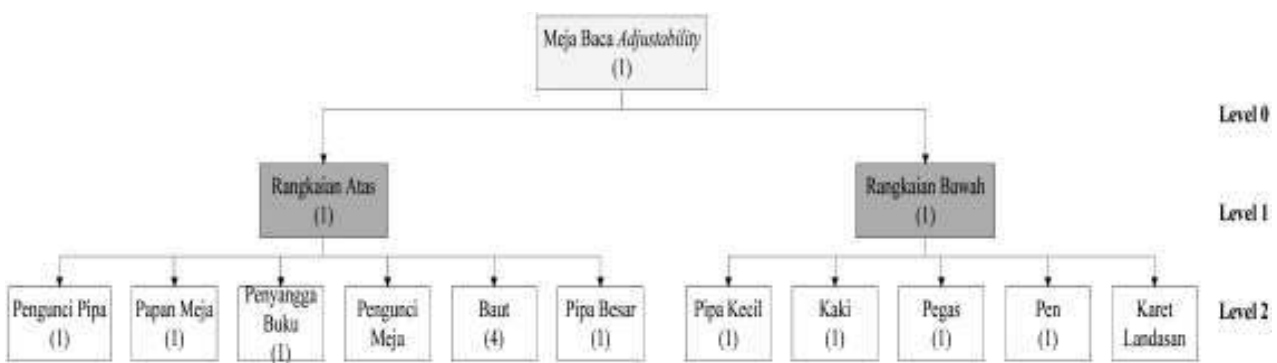
##### Analisis SWOT Produk

SWOT adalah suatu metode perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*).

Analisis SWOT dapat diterapkan dengan cara menganalisis dan memilah berbagai hal yang mempengaruhi keempat faktornya, kemudian menerapkannya dalam gambar matriks SWOT di mana aplikasinya adalah bagaimana kekuatan (*strengths*) mampu mengambil keuntungan (*advantages*) dari peluang (*opportunities*) yang ada. Bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weaknesses*) yang mencegah keuntungan

Tabel 2. Analisis SWOT Produk

STRENGTHS (KEKUATAN)	WEAKNESSES (KELEMAHAN)	OPPORTUNITIES (PELUANG)	THREATS (ANCAMAN)
Meja dapat diatur tinggi rendahnya sehingga sesuai dengan postur tubuh pemakai. Meja baca ergonomis bisa dibawa kapanpun dan di manapun karena bahan yang digunakan ringan. Kuat dan tahan lama karena terbuat dari bahan <i>stainlesssteel</i> . Bentuknya unik karena menggunakan kaki tiga sebagai penopang.	Harga relatif mahal. Banyak orang yang belum mengenal produk meja baca ergonomis.	Produk yang diinginkan pemakai sebagai acuan menambahkan minat dalam membaca. Produk nya memiliki fungsi yang berbeda dari biasanya fungsi meja baca.	Timbulnya produk yang sama dengan kualitas bagus dan harga yang relatif murah. Masih banyak orang yang senang menggunakan meja biasa.



Gambar 6. Bill Of Material Produk Meja Baca Adjustability

dari peluang yang ada, selanjutnya bagaimana kekuatan tersebut mampu menghadapi ancaman yang ada, dan terakhir adalah bagaimana cara mengatasi kelemahan yang mampu membuat ancaman menjadi nyata atau menciptakan sebuah ancaman baru. Tabel 2 merupakan hasil analisis SWOT Produk.

KESIMPULAN



Gambar 5. Meja Baca *Adjustability*

Pada penelitian ini telah menghasilkan meja baca *adjustability* di mana telah dilakukan tahapan perancangan dan pengembangan desain produk kemudian dilanjutkan dengan penilaian aspek ergonomis melalui kuisioner. Hasil kuisioner disebar kepada 41 responden

dan menurut responden produk meja baca *adjustability* sudah memenuhi aspek fungsi, model, estetika, harga, dan kualitas. Namun dalam penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah aksesoris lain dan ditambah fitur untuk dapat mengatur derajat kemiringan meja baca.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wignjosoebroto, Sritomo. Ergonomi Studi Gerak dan Waktu. Surabaya: Penerbit Guna Widya. 1995:54.
2. Achiraenawati, Eri dan Rejeki, Yanti Sri. Perbaikan Fasilitas Kerja dengan Pendekatan Ergonomi (Studi Kasus Industri Rumah Tangga Sepatu Cibaduyut). Prosiding SNaPP Edisi Eksata. ISSN: 2089–3582. 2010.
3. Ismail, Asrul Harun dan Fauzi, Hery. Analisis Rancangan Kerja yang Ergonomis untuk Mengurangi Kelelahan Otot dengan Menggunakan Metode REBA pada CV. Sinar Persada Karya Utama. Jurusan Teknik Industri: Universitas Pancasila.
4. Wignjosoebroto, Sritomo. Evaluasi Ergonomis dalam Proses Perancangan Produk. Seminar Nasional Ergonomi 2000.
5. Restantin, Nora Yuanita; Ushada, Mirwan; dan Ainuri Makhmudun. Desain Prototipe Meja dan Kursi Pantai Portabel dengan Integrasi Pendekatan Ergonomi, Value Engineering, dan Kansei Engineering. Jurnal Teknik Industri, Vol. 4, No. 1, Juni 2002, halaman 53–62. ISSN 2087-7439 online.
6. Pradiko, Onny R. Analisis Kebutuhan Kenyamanan Setting Meja dan Kursi Outdoor Coffee Corner Surabaya Ditinjau dari Aspek Fisik, Fisiologis, dan Psikologis Konsumen. Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya, Vol. 2, No. 1, 2012.
7. Hariandja, Johanna Renny O, dan Ishlah, Dinda Utami. Perancangan Kursi dan Meja Laptop yang Ergonomis di Universitas Katolik Parahyangan. Jurnal Rekayasa Sistem Industri, Vol. 2, No. 1, 2013.
8. Mulyono, Grace. Kajian Ergonomis pada Fasilitas Duduk Universitas Kristen Petra Surabaya. Dimensi Interior, Vol. 8, No. 1, Juni 2010, halaman 44–51.

# Perencanaan Cetak Tekan pada Proses Produksi Casing Hard Disk

## Die Casting Planning in the Production Process of the Hard Disk Casing

**Iswanto**  
Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
E-mail: iswanto.sda@gmail.com

**ABSTRAK**

*Casing hard disk merupakan salah satu komponen yang penting pada komputer. Bentuknya yang kecil dan rumit serta memerlukan ketelitian yang tinggi dan permukaan yang halus, diperlukan proses produksi yang pas untuk membuatnya. Proses produksi dengan cetak tekan dipilih karena sangat cocok dengan kriteria tersebut. Pada pembahasan perencanaan cetak tekan pada proses produksi casing hard disk ini diarahkan pada bagaimana cara pembuatan produk dengan metode cetak tekan khususnya perhitungan teknis pada sistem penginjeksian logam dalam rongga cetak yang meliputi perhitungan luas penampang lubang celah pengisian, kecepatan udara pada ventilator, besarnya waktu penginjeksian, kecepatan aliran pengisian, tekanan penginjeksian serta kecepatan injeksi. Dalam mekanisme penginjeksian terdiri dari tiga tahap, yaitu: yang pertama pengisian logam cair kedalam rongga penginjeksian, yang kedua proses penginjeksian kedalam rongga cetakan dan yang ketiga adalah proses pemampatan. Baru kemudian produk dikeluarkan dari cetakan setelah mengalami proses pendinginan.*

**Kata kunci:** cetak tekan, proses produksi, casing hard disk

**ABSTRACT**

*Casing hard disk is one of the important components in the computer. Its small and complex and require a high positioning accuracy and a smooth surface, the production process is required to make it fit. Die casting production process with selected because it closely matches those criteria. In the discussion of the planning die casting in the production process of hard disk casing is directed to how to manufacture products with the method of die casting in particular technical calculations on systems injection of metal into the cavity molding which covers the calculation of cross-sectional area aperture filling, airspeed on a ventilator, the amount of injection time, filling flow rate, injection pressure and speed of injection. In injection mechanism consists of three stages: the first filling molten metal into the cavity injection, which both processes injection into the mold cavity and the third is the compression process. Only then the product removed from the mold after a cooling process.*

**Key words:** die casting, the production process, the hard disk casing.

**PENDAHULUAN**

Hard disk merupakan salah satu media penyimpanan eksternal. Sebuah hard disk tersusun atas beberapa disk logam keras yang disebut platter yang disusun bertumpuk pada wadah pengaman atau casing hard disk. Casing hard disk sendiri terdiri dari dua bagian, yaitu casing bagian dasar (base casting) dan casing bagian penutup (cover).

Dipilih proses cetak tekan untuk memproduksi casing hard disk tersebut karena memenuhi kriteria yang diharapkan. Sedangkan pengecoran cetak tekan atau die casting adalah suatu proses pengecoran dengan menggunakan prinsip injeksi logam cair (Amstead, 1991). Dalam proses ini logam cair yang sudah siap untuk dicetak dituang kedalam cawan tuang kemudian ditekan dengan kecepatan tertentu untuk memenuhi ruang cetakan yang telah disediakan.

Makalah ini akan membahas tentang perhitungan teknis penginjeksian yang meliputi:

- 1. Besarnya waktu penginjeksian
- 2. Kecepatan aliran pengisian
- 3. Tekanan penginjeksian

- 4. Kecepatan penginjeksian
- 5. Gaya pencekaman
- 6. Kecepatan piston
- 7. Panjang langkah penginjeksian
- 8. Waktu pengeluaran dari cetakan.

**METODE**

**Perhitungan Kecepatan Udara pada Ventilator**

Untuk memperoleh kecepatan injeksi yang optimal guna mencegah terjadinya cacat coran yang bisa terjadi, perlu dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak sampai melewati bilangan mach = 1 untuk kecepatan udara yang akan keluar melalui ventilator, diharapkan pula proses penginjeksian berjalan tidak terlalu lama karena hal ini dapat menyebabkan terjadinya pembekuan logam sebelum masuk rongga cetakan.

Batasan mach = 1 ini berguna untuk menghindari olakan pusaran udara yang mungkin terjadi. Berdasar rumus (White Frank, 1986):

$$Ma^2 = 5 \left( \frac{T_o}{T} - 1 \right) \dots\dots\dots (1)$$

di mana:

Ma = bilangan mach yang ditetapkan yakni = 1

T = suhu rata-rata penginjeksian  
(873,05 °C = 1146,05 K)

Dengan rumus diatas dapat ditentukan kecepatan aliran udara keluar, yaitu:

$$V_{ud} = \sqrt{2 \cdot C_p (T_0 - T)} \dots\dots\dots (2)$$

di mana:

V<sub>ud</sub> = kecepatan aliran udara melalui rongga ventilasi.

C<sub>p</sub> = kalor jenis molar (dalam hal ini udara) pada temperatur tetap  
= 1318,829 m<sup>2</sup>·dt<sup>-2</sup>·K<sup>-1</sup>

T<sub>0</sub> = temperatur stagnasi.

**Besarnya Waktu Penginjeksian**

Besarnya waktu penginjeksian dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$t = \frac{V}{A_{vent} \cdot V_{ud}} \dots\dots\dots (3)$$

di mana:

t = besarnya waktu yang ditentukan untuk sekali injeksi (dt).

V = volume benda kerja (mm<sup>3</sup>).

A<sub>vent</sub> = luas penampang rongga ventilasi (mm<sup>2</sup>).

V<sub>ud</sub> = kecepatan aliran udara (mm/dt).

**Kecepatan Aliran Pengisian (*Injection Velocity*)**

Injection velocity merupakan kecepatan aliran logam cair yang terdapat pada in-gate yang terjadi pada kondisi high shot speed. Besarnya kecepatan aliran pengisian ditentukan sebagai berikut (UBE Industries):

$$V_{iv} = \frac{V}{A_{in} \cdot t} \dots\dots\dots (4)$$

di mana:

V<sub>iv</sub> = injection velocity (m/dt).

V = volume benda kerja (mm<sup>3</sup>).

A<sub>in</sub> = luas penampang in-gate (mm<sup>2</sup>).

**Tekanan penginjeksian.**

Besarnya tekanan penginjeksian langkah pengisian high shot speed (Doehler, 1951):

$$P_{ef} = \frac{V_{iv} \cdot \gamma}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (5)$$

di mana:

P<sub>ef</sub> = tekanan efektif yang digunakan untuk penginjeksian (Kg/m<sup>2</sup>).

V<sub>iv</sub> = injection velocity (m/dt).

γ = specific gravity (berat jenis).

g = percepatan gravitasi (m/dt<sup>2</sup>).

**Kecepatan Injeksi**

Adalah besarnya volume penginjeksian setiap detiknya yang besarnya bergantung pada velositas aliran logam (UBE Industries).

$$V_{is} = A_{in} \cdot V_{iv} \dots\dots\dots (6)$$

di mana:

V<sub>is</sub> = kecepatan injeksi (mm<sup>3</sup>/dt).

A<sub>in</sub> = luas penampang in-gate (mm<sup>2</sup>).

V<sub>iv</sub> = injection velocity (mm/dt).

**Tekanan pada Ventilasi Dies**

Adalah besarnya tekanan perlawanan yang diberikan oleh udara pada saat penginjeksian sedang berlangsung.

$$P_v = \frac{V_{ud}^2 \cdot \gamma_{ud}}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (7)$$

di mana:

P<sub>v</sub> = tekanan pada ventilasi.

V<sub>ud</sub> = kecepatan udara.

γ<sub>ud</sub> = berat jenis udara.

**Tekanan Kerja pada Slave**

Untuk mencari tekanan kerja pada slave (P<sub>ex</sub>) dapat dicari dengan rumus (UBE Industries):

$$P_{ex} = P_{in} + P_v \dots\dots\dots (8)$$

di mana:

P<sub>ex</sub> = tekanan kerja pada slave.

P<sub>in</sub> = tekanan penginjeksian.

P<sub>v</sub> = tekanan pada ventilasi.

Sedangkan tekanan maksimum yang bisa terjadi pada proses penginjeksian dapat dicari berdasarkan diagram hidrouliscscope pressure Vs time yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tekanan yang terjadi.

**Gaya Pencekaman**

Untuk menghitung gaya pencekaman tergantung pada tekanan maksimum yang diterima slave (UBE Industries):

$$F_p = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P_{max} \cdot f_c \dots\dots\dots (9)$$

di mana:

F<sub>p</sub> = gaya pencekaman (Kg).

D = diameter cylinder ram.

f<sub>c</sub> = faktor keamanan = 1-2

**Kecepatan Piston**

Pada perbandingan kecepatan aliran fluida dan penampang pada saluran masuk (in-gate) terhadap penampang slave, dapat dicari kecepatan piston dengan menggunakan rumus (UBE Industries):

$$V_p \cdot A_s = V_{iv} \cdot A_{in} \dots\dots\dots (10)$$

di mana:

V<sub>p</sub> = kecepatan piston (mm/dt).

A<sub>s</sub> = luas penampang slave.

V<sub>iv</sub> = besarnya velositas pada in-gate.

A<sub>in</sub> = luas penampang in-gate.

### Panjang Langkah Penginjeksian

Pada kondisi high shot speed panjang langkah penginjeksian adalah (UBE Industries):

$$L = \frac{V}{A_s} \dots\dots\dots (11)$$

di mana:

$L$  = panjang langkah penginjeksian.

$V$  = volume benda kerja.

$A_s$  = luas penampang slave.

### Waktu Pengeluaran dari Cetakan

Adalah besarnya waktu yang diperlukan untuk membongkar cetakan atau mengeluarkan produk dari cetakan yaitu ketika mencapai temperatur pembongkaran sebesar 300 °C (White Frank, 1986).

$$\frac{T_a - T_\infty}{T_i - T_\infty} = \frac{m_2}{m_2 - m_1} e^{m_1 t} - \frac{m_1}{m_2 - m_1} e^{m_2 t} \dots\dots\dots (12)$$

di mana:

$T_i$  = temperature penuangan (K)

$T_\infty$  = temperature udara luar (K)

$T_a$  = temperature pembongkaran (K)

$m_1$  dan  $m_2$  = konstanta

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data teknis benda kerja dan pendukung adalah sebagai berikut:

- Bahan coran aluminium paduan ASTM B55-16T jenis SC5
- Volume benda kerja satu (casing bagian bawah) = 65050 mm<sup>3</sup>
- Volume benda kerja dua (casing bagian atas) = 37320 mm<sup>3</sup>
- Diameter ventilasi udara 0,006 inch = 0,151 mm.
- Luas penampangnya 0,018 mm<sup>2</sup>
- T° penuangan 200–300°C diatas temperatur penuangan 815,55–930,55°C dan diasumsikan rata-rata 873,05°C = 1146,05 K
- T° peleburan Al paduan SC5 diatas 615,55°C = 888,55 K
- Estimasi logam cair yang dituang dari 65.050 mm<sup>3</sup>. menjadi 66.000 mm<sup>3</sup> untuk benda satu (1) dan 37.320 mm<sup>3</sup> menjadi 38.000 mm<sup>3</sup> untuk benda dua (2).

### Luas Penampang Lubang Celah Pengisian

Sesuai dengan batasan yang diberikan yaitu diameter minimum = 3/32 inch = 2,367 mm sehingga luas penampangnya 4,4 mm<sup>2</sup>

### Perhitungan Kecepatan Udara Pada Ventilator

$$\begin{aligned} Ma^2 &= 5 \left( \frac{T_0}{T} - 1 \right) \\ 1^2 &= 5 \left( \frac{T_0}{1146,05} - 1 \right) \\ T_0 &= 1,2 \times 1146,05 \\ &= 1375,26 \text{ K} \end{aligned}$$

Sehingga kecepatan aliran udara keluar dari ventilator yaitu:

$$\begin{aligned} V_{ud} &= \sqrt{2 \cdot C_p (T_0 - T)} \\ V_{ud} &= \sqrt{2 \times 1318,829 (1375,26 - 1146,05)} \\ &= 777,546 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

### Besarnya waktu penginjeksian

$$\begin{aligned} t &= \frac{V}{A_{vent} \cdot V_{ud}} \\ t_{(1)} &= \frac{66000}{0,018 \cdot 777546} \\ &= 4,72 \text{ detik} \\ t_{(2)} &= \frac{38000}{0,018 \cdot 777546} \\ &= 2,71 \text{ detik} \end{aligned}$$

### Kecepatan aliran pengisian (*Injection Velocity*)

$$\begin{aligned} V_{iv} &= \frac{V}{A_{in} \cdot t} \\ V_{iv(1)} &= \frac{66000}{4,4 \cdot 4,72} \\ &= 3177,96 \text{ mm/dt} \\ V_{iv(2)} &= \frac{38000}{4,4 \cdot 4,72} \\ &= 1829,74 \text{ mm/dt} \end{aligned}$$

### Tekanan penginjeksian

$$\begin{aligned} P_{ef} &= \frac{V_{iv} \cdot \gamma}{2 \cdot g} \\ P_{ef(1)} &= \frac{3,17796^2 \cdot 2770}{2 \cdot 9,8} \\ &= 1427,31 \text{ kg/m}^2 \\ P_{ef(2)} &= \frac{1,82974^2 \cdot 2770}{2 \cdot 9,8} \\ &= 473,15 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

### Kecepatan injeksi

$$\begin{aligned} V_{is} &= A_{in} \cdot V_{iv} \\ V_{is(1)} &= 4,4 \cdot 3177,96 \\ &= 13983,02 \text{ mm/dt} \\ V_{is(2)} &= 4,4 \cdot 1829,74 \\ &= 8050,85 \text{ mm/dt} \end{aligned}$$



**Tekanan pada ventilasi**

$$P_v = \frac{V_{ud}^2 \cdot \gamma_{ud}}{2 \cdot g}$$

$$P_v = \frac{(777,546)^2 \cdot 0,314}{2 \cdot 9,8}$$

$$= 9685,58 \text{ Kg/m}^2$$

**Tekanan kerja pada slave**

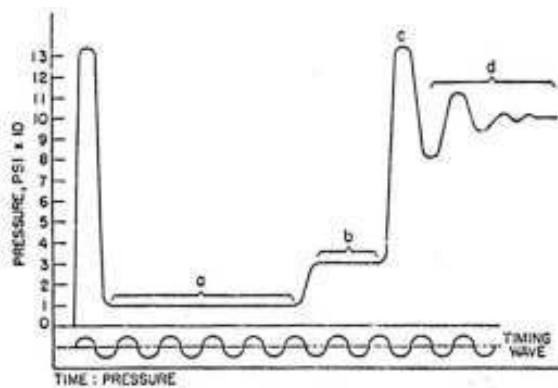
$$P_{ex} = P_{in} + P_v$$

$$P_{ex(1)} = 1427,31 + 9685,58$$

$$= 11112,89 \text{ Kg.m}$$

$$P_{ex(2)} = 473,15 + 9685,58$$

$$= 10158,73 \text{ Kg.m}$$



**Gambar 1.** Diagram hidrouliscope pressure Vs time. (Dohler, H. H., 1951)

Keterangan gambar:

- Bagian a.  
Bagian kurva yang menunjukkan besarnya tekanan yang diperlukan untuk memasukkan bahan tuangan kedalam dies sampai dies terisi penuh dalam kondisi high shot speed
- Bagian b.  
Setelah dies terisi penuh kondisi decleration speed/ pengurangan kecepatan penginjeksian tetapi tekanan ditingkatkan guna pemadatan bahan tuangan.
- Bagian c.  
Menunjukkan tekanan puncak yang dicapai pada saat mekanisme piston berhenti yang besarnya  $\pm 13$  kali tekanan kerja penginjeksian.

Dari diagram di atas terlihat bahwa tekanan maksimum terjadi di bagian c, yang besarnya  $\pm 13$  kali tekanan penginjeksian, maka:

$$P_{max} = 13 \cdot P_{ex}$$

Sehingga:

$$P_{max(1)} = 13 \cdot 11112,89$$

$$= 144467,57 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{max(2)} = 13 \cdot 10158,73$$

$$= 132063,49 \text{ Kg/m}^2$$

**Gaya penekaman**

$$F_p = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P_{max} \cdot f_c$$

$$F_{p(1)} = \frac{\pi}{4} \cdot 0,03^2 \cdot 144467,57 \cdot 2$$

$$= 204,23 \text{ Kg}$$

$$F_{p(2)} = \frac{\pi}{4} \cdot 0,03^2 \cdot 132063,49 \cdot 2$$

$$= 186,70 \text{ Kg}$$

**Kecepatan piston**

$$V_p \cdot A_s = V_{iv} \cdot A_{in}$$

$$V_{p(1)} = \frac{3177,96 \cdot 4,4}{706,858}$$

$$= 19,78 \text{ mm/dt}$$

$$V_{p(2)} = \frac{1829,74 \cdot 4,4}{706,858}$$

$$= 11,39 \text{ mm/dt}$$

**Panjang langkah penginjeksian**

$$L = \frac{V}{A_s}$$

$$L_{(1)} = \frac{66000}{706,858}$$

$$= 93,37 \text{ mm}$$

$$L_{(2)} = \frac{38000}{706,858}$$

$$= 53,76 \text{ mm}$$

**Waktu pengeluaran dari cetakan**

Untuk benda satu (1)

$$\frac{T_a - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} = \frac{m_{2(1)}}{m_{2(1)} - m_{1(1)}} e^{m_{1(1)} t}$$

$$- \frac{m_{1(1)}}{m_{2(1)} - m_{1(1)}} e^{m_{2(1)} t}$$

$$\frac{573 - 300}{1146 - 300} = e^{-0,01} - 1,67 \cdot 10^{-5} e^{-598,92 t}$$

$$= 138 \text{ detik}$$

Untuk benda dua (2)

$$\frac{T_a - T_{\infty}}{T_i - T_{\infty}} = \frac{m_{2(2)}}{m_{2(2)} - m_{1(2)}} e^{m_{1(2)} t}$$

$$- \frac{m_{1(2)}}{m_{2(2)} - m_{1(2)}} e^{m_{2(2)} t}$$

$$\frac{573 - 300}{1146 - 300} = e^{-0,00993} - 1,65 \cdot 10^{-5} e^{-595,44 t}$$

$$= 112 \text{ detik}$$

Waktu selama itu digunakan untuk pendinginan sampai mencapai temperature pembongkaran yaitu 300°C. setelah mencapai temperatur tersebut produk dikeluarkan dari cetakan dan didinginkan di udara.

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan perhitungan dalam perencanaan cetak tekan pada proses produksi casing hard disk diatas dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Cetakan yang digunakan terbuat dari baja paduan tinggi dengan lubang ventilasi seluas  $0,018 \text{ mm}^2$
- Luas penampang lubang celah pengisian =  $4,4 \text{ mm}^2$
- Volume benda kerja = (1)  $65050 \text{ mm}^3$   
(2)  $37320 \text{ mm}^3$
- Volume penuangan = (1)  $66000 \text{ mm}^3$   
(2)  $38000 \text{ mm}^3$
- Temperatur penuangan rata-rata  $873,05^\circ\text{C}$ .

Pada masalah penginjeksian logam cair ke dalam rongga cetakan dapat disimpulkan:

- Kecepatan udara pada ventilator =  $777,546 \text{ m/dt}$ .
- Besarnya waktu penginjeksian =  
(1)  $4,72 \text{ dt}$   
(2)  $2,71 \text{ dt}$
- Kecepatan aliran pengisian =  
(1)  $3,17796 \text{ m/dt}$   
(2)  $1,82974 \text{ m/dt}$
- Tekanan penginjeksian =  
(1)  $1427,31 \text{ kg/m}^2$   
(2)  $473,15 \text{ kg/m}^2$

- Kecepatan injeksi =  
(1)  $13983,02 \text{ mm}^3/\text{dt}$   
(2)  $8050,85 \text{ mm}^3/\text{dt}$
- Tekanan pada ventilasi dies =  $9685,58 \text{ kg/m}^2$
- Tekanan kerja pada slave =  
(1)  $11112,89 \text{ kg/m}^2$   
(2)  $10158,73 \text{ kg/m}^2$
- Besarnya gaya pencekaman =  
(1)  $204,23 \text{ kg}$   
(2)  $186,7 \text{ kg}$
- Kecepatan piston =  
(1)  $19,78 \text{ mm/dt}$   
(2)  $11,39 \text{ mm/dt}$
- Panjang langkah penginjeksian =  
(1)  $93,37 \text{ mm}$   
(2)  $53,76 \text{ mm}$
- Waktu pengeluaran dari cetakan =  
(1)  $138 \text{ dt}$   
(2)  $112 \text{ dt}$

## DAFTAR PUSTAKA

1. Amstead, B. H., **Teknologi Mekanik I**, Erlangga, Jakarta, 1991.
2. White, Frank M, **Fluid Mechanics**, Erlangga, Jakarta, 1987.
3. UBE Industries, **Die Casting Machine – Instruction Manual**, UBE Industries Ltd.
4. Doehler, H. H., **Die Casting**, New York, 1951.

# Perancangan Sistem Informasi Kehadiran Dosen di Fakultas Teknik UMSIDA Berbasis Arduino Uno Atmega 328

**Mustakim**

Program Studi S1 Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Kampus 2: Jl. Raya Gelam 250 Candi Email: [Mustakimelajhu@gmail.com](mailto:Mustakimelajhu@gmail.com)

## ABSTRAK

*Pada perkembangan teknologi modern saat ini segala sesuatunya hampir diarahkan pada suatu system otomatis, sehingga teknologi kontrolpun menggunakan system otomatis juga. Pada badan usaha atau suatu institusi pendidikan sering terdapat bentuk pengumuman secara manual dengan tulisan tangan maupun dengan menggunakan kertas hasil print out dari komputer, hal ini kurang efektif dan efisien sehingga perlu adanya perbaikan secara otomatis supaya informasi kehadiran Kaprodi Teknik Elektro dan Dekan Fakultas Teknik bisa di ketahui oleh mahasiswa saat ada pada ruangnya masing-masing. Dalam penelitian ini dibuat suatu sistem otomatis kehadiran Kaprodi dan Dekan di kantor Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, untuk mempermudah para mahasiswa untuk mengetahui Kaprodi Teknik Elektro dan Dekan Fakultas Teknik apakah sedang di dalam ruangan atau tidak di dalam ruangan. Dalam perancangan alat ini, Arduino UNO Atmega 328 sebagai pengolah data sekaligus menyimpan data-data binary, modul relay untuk pengontrol otomatis, led dot matrix sebagai output data dan sensor gerak PIR tipe HC-SR501 sebagai input untuk mengetahui keberadaan Kaprodi dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Sistem kerja dari alat ini yaitu jika sensor gerak PIR mendeteksi gerakan di dalam ruangan tersebut maka akan secara otomatis pada papan pengumuman akan menyala, dan jika di dalam ruangan tersebut kosong informasi tersebut akan mati.*

**Kata kunci:** Kehadiran Kaprodi dan Dekan, Sensor PIR Tipe HC-SR501, Arduino UNO

## ABSTRACT

*On the development of today's modern technology almost everything is directed to an automated system, so the technology control using an automated system as well. On the business entity or an educational institution there is often a form of announcement manually by hand or by using a paper print out of the computer, it is less effective and efficient so that the need for repairs automatically so that the presence information staff engineering faculty can be known by students today there in the room, respectively. In this study, an automated system Kaprodi presence and Dean of University of Muhammadiyah Sidoarjo engineering office, to make it easier for students to know the staff and faculty who are in the office whether it is indoors or in the room. In designing this tool using the microcontroller Arduino UNO ATmega 328 as a data processor and store data binary, relay module to auto-control system, LED dot matrix as output data and motion sensors PIR -type HC- SR501 as an input to determine the existence Kaprodi, and Dean of the Faculty of Engineering Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Working system of tools that made that if the PIR motion sensor detects movement in the room will automatically on board announcement board will light up, and if in any empty space that the information will die.*

**Key words:** Attendance Kaprodi and Dean, PIR Sensor Type HC - SR501, Arduino UNO

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam perkembangan teknologi modern saat ini segala sesuatunya hampir diarahkan pada suatu system otomatis, sehingga teknologi kontrol pun menggunakan system otomatis juga. Pada badan usaha atau suatu institusi pendidikan sering terdapat bentuk pengumuman secara manual dengan tulisan tangan maupun dengan menggunakan kertas hasil *print out* dari komputer, hal ini kurang efektif dan efisien sehingga perlu adanya perbaikan secara otomatis supaya informasi kehadiran Kaprodi Teknik Elektro dan Dekan Fakultas Teknik bisa di ketahui oleh mahasiswa saat ada pada ruangnya masing-masing.

Pada penelitian terdahulu HARI SATRYO BASUKI (2006), dengan judul “Perancangan dan Implementasi

Penampil Nama Stasiun untuk Kereta Api Local Berbasis Microcontroller dengan Display Dot Matrix” Proses perancangan alat adalah sebagai berikut. Microcontroller 89c51 EPROM berfungsi untuk menyimpan piranti lunak (program memori) yang menjalankan proses pengendalian microcontroller. IC mikrocontroller ini berfungsi untuk mengendalikan system yang ada, keypeds berfungsi untuk memberikan logika yang akan di proses oleh microcontroller, Driver adalah peralatan untuk menghubungkan antara keluaran mikrocontroller dengan Display Dot Matrix. Beberapa komponen di atas berfungsi untuk Perancangan Penampil Nama Stasiun Untuk Kereta Dengan Display Dot Metrix.

Dari penelitian terdahulu di atas maka dapat di tarik permasalahan yaitu penelitian ini dibuat suatu sistem otomatis kehadiran Kaprodi dan Dekan di kantor Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, untuk

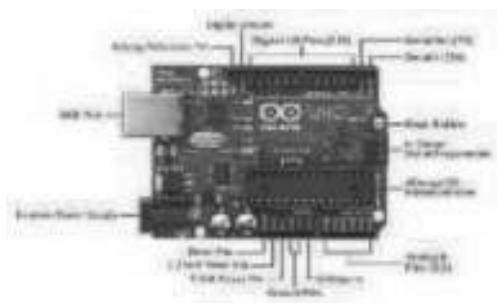
mempermudah para mahasiswa untuk mengetahui Kaprodi Teknik Elektro Dan Dekan Fakultas Teknik apakah sedang di dalam ruangan atau tidak di dalam ruangan. Dalam perancangan alat ini, Arduino UNO Atmega 328 sebagai pengolah data sekaligus menyimpan data-data binary, modul relay untuk pengontrol otomatis, led dot matrix sebagai output data dan sensor gerak PIR tipe HC-SR501 sebagai input untuk mengetahui keberadaan Kaprodi dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Sistem kerja dari alat ini yaitu jika sensor gerak PIR mendeteksi gerakan di dalam ruangan tersebut maka akan secara otomatis pada papan pengumuman akan menyala, dan jika di dalam ruangan tersebut kosong informasi tersebut akan mati.

TEORI

Teori-teori yang menunjang dalam penyelesaian pembuatan alat penelitian ini diantaranya:

Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source, Papan Arduino menggunakan mikrokontroler Atmega 328p. Papan ini mempunyai 14 pin input/4scill digital (enam diantaranya dapat digunakan untuk output PWM), enam buah input analog, 16 MHz crystal oscillator, sambungan USB, ICSP header, dan tombol reset.



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino UNO.

Sensor Gerak (Pir Hc-Sr501)

Sensor gerak PIR (Passive Infra Red) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar infra merah. Sensor PIR bersifat pasif, artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar.

Modul Relay

Relay adalah saklar magnetik yang memiliki beberapa terminal. Beberapa terminal tersebut berupa terminal NO (Normally Open) dan NC (Normally Close). Prinsip kerja relay adalah memutus dan menghubungkan arus listrik yang berada pada kontak tersebut. Dengan cara memberi catu daya listrik pada kumparan kawat (koil) yang berada



Gambar 2. Sensor Gerak PIR.

pada suatu inti besi lunak dalam relay. Ketika relay bekerja, maka kontak-kontak berubah keadaan dari NC menjadi NO, dan NO menjadi NC.

Led Dot Metrix



Gambar 3. Relay

Display LED Dot Matrix pada umumnya terbentuk oleh beberapa LED (berbentuk “Dot”) yang di susun membentuk matriks 5 kolom dan 7 baris (5 × 7), 8 kolom dan 8 baris (8 × 8) dan 32 kolom dan 16 baris (32 × 16) atau dengan ukuran yang lain. Kolom berfungsi sebagai katoda (*Common Chatode*) dan baris sebagai anoda (*Common anode*) atau sebaliknya. (grafik).



Gambar 4. LED Dot Matrix

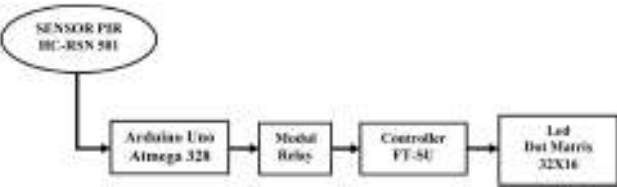
METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk pengumpulan data dilaksanakan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Kampus 2 Jl. Raya Gelam 250 Candi Sidoarjo, Waktu penelitian dilaksanakan selama 1 bulan, mulai 1 Mei 2016 s/d 31 Mei 2016.

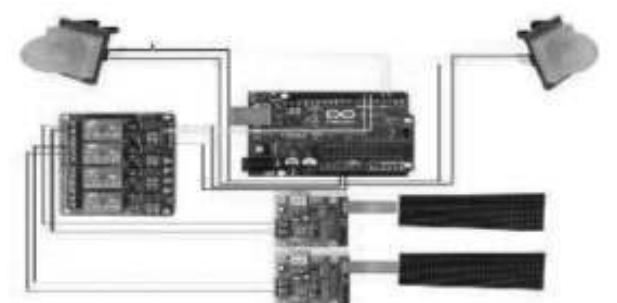
Blog Diagram Sistem



Gambar 5. Blog Diagram System Informasi Secara Otomatis.

Sistem alat yang akan di rancang untuk penelitian saat ini yaitu secara otomatis dengan memanfaatkan sensor gerak PIR untuk mendeteksi setiap pergerakan, arduino sebagai control data, modul relay berfungsi untuk mengontrol modul dot metrix dan outputnya menggunakan led dot metrix 32 × 16 berfungsi sebagai untuk memberi informasi terhadap mahasiswa apakah Kaprodi Teknik Elektro dan Dekan Fakultas Teknik ada di dalam ruangnya.

Rangkaian Keseluruhan



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan.

Gambar 6 dijelaskan cara kerja rangkaian keseluruhan, sensor gerak PIR mendeteksi adanya pergerakan maka mikrokontroler memberikan intruksi (perintah) pada modul relay untuk menyalakan modul dot matrix, jika di ruangan tersebut kosong maka secara otomatis modul led dot matrix akan mati.

Tabel 1. Pengamatan Pin Rangkaian Keseluruhan

No	Alamat Pin	Input/Output
1	PB2	SENSOR PIR 1
2	PB3	SENSOR PIR 2
3	PB5	RELAY 1
4	PB6	RELAY 2
5	Vcc	5 Volt
6	GND	Ground

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian ini bagian-bagian dari rangkaian diuji secara terpisah untuk mengetahui apakah sudah berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Untuk keperluan ini dibuat empat program kecil, untuk menguji ke empat bagian dari rangkaian pengatur.

Pengujian Sensor Gerak PIR

Sensor gerak PIR bekerja dengan system high-low dan menghasilkan output 5 volt sensor ini mendeteksi perubahan suhu pada lingkungan di sekitar sensor dan diluruskan pada tubuh manusia dan pendeteksian dengan jarak sebagai berikut:

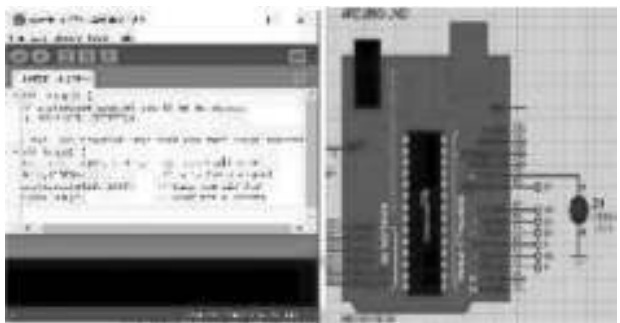
Tabel 2. Pengukuran Sensor PIR

No	JARAK (cm)	Pergerakan tangan	Respons (V)
1	50		1,76 Volt
2	100		1,77 Volt
3	150		1,77 Volt
4	200		1,77 Volt
5	250		1,76 Volt
6	300		1,77 Volt
7	350		1,76 Volt
8	400		1,77 Volt
9	450		1,76 Volt
10	500		0 Volt

Pengujian Mikrokontroler Arduino UNO

Mikrokontroler arduino dapat diuji dengan menggunakan program dan rangkaian sederhana. Program dan rangkaian dibuat untuk memastikan semua pin pada mikrokontroler masih berfungsi. Program pengujian yang paling sederhana dapat menggunakan program untuk menyalakan led.

Berikut program pengujian Mikrokontroler arduino:



Gambar 7. Pengujian Pada Mikrokontroler Arduino.

Pengujian Relay

Relay akan diuji dengan menggunakan sumber tegangan 5 Volt untuk menyalakan led indikator pada

relay, jika NO (*Normally Open*) dinyatakan hidup. jika NC (*Normally Close*) dinyatakan mati, jika tidak sesuai dengan hal itu maka relay tersebut rusak atau terjadi kesalahan pada pemrograman.



Gambar 8. Pengujian Relay Kondisi NO.

Pengujian Panel Led Dot Metrix

Pengujian dot matrix dilakukan dengan mengcompile program ke dalam modul dot matrix. Pengujian bertujuan untuk melihat apakah karakter diinginkan dapat muncul sama seperti program yang dimasukkan ke dalam modul dot matrix. Program dot matrix dibuat dengan menggunakan software Power Led V2.80.5.



Gambar 9. Tampilan Panel Dot Matrix.

Pengujian Keseluruhan

Percobaan pada ruangan 1 Kaprodi Teknik Elektro, jika ada dosen di dalam ruangan maka karakter INDAH SULISTIWATI, ST, MT, ada di Ruangan akan muncul, dan jika di dalam ruangan tersebut kosong maka relay dan modul dot matrix tidak akan menyala.



Gambar 10. Pengujian Kondisi Ruangan Kaprodi Teknik Elektro.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Pada Ruangan 1 Kaprodi Teknik Elektro

Percobaan Ke	Kondisi Ruangan	Respons Sensor (Volt)	Waktu Tampilan
1	ada dosen	1,76	02.23 detik
2	tidak ada dosen	4,97	00.00 detik
3	ada dosen	1,77	02.25 detik
4	tidak ada dosen	4,97	00.00 detik
5	ada dosen	1,76	02.19 detik

Percobaan pada ruangan 2 Dekan Fakultas Teknik, jika ada dosen di dalam ruangan maka karakter IZZA ANSHORY, ST, MT, ada di Ruangan akan muncul, dan jika di dalam ruangan tersebut kosong maka relay dan modul dot matrix tidak akan menyala.



Gambar 11. Pengujian Kondisi Ruangan Dekan Fakultas Teknik

Tabel 4. Tabel Hasil Pengujian Pada Ruangan 2 Dekan Fakultas Teknik

Percobaan Ke	Kondisi Ruangan	Respons Sensor (Volt)	Waktu Tampilan
1	ada dosen	1,71 V	02.23 detik
2	tidak ada dosen	4,97 V	00.00 detik
3	ada dosen	1,72 V	02.20 detik
4	tidak ada dosen	4,97 V	00.00 detik
5	ada dosen	1,71 V	02.19 detik

Analisa Hasil Pengujian

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel pengujian 1,2,3 serta grafik pengujian yang menunjukkan hasil pengujian deteksi sensor di dalam ruangan serta respons nyala dot matrix dalam menampilkan karakter berupa nama Kaprodi dan Dekan Fakultas Teknik UMSIDA.

Pada percobaan pada ruangan Kaprodi Teknik Elektro didapatkan mulai percobaan 1–5 hasil tegangan uotput dari sensor gerak PIR, pada saat Kaprodi ada dalam ruangan tersebut output sensor PIR mencapai 1,76 volt dan saat ruangan itu kosong tegangan output sensor pir menjadi 4,97 volt, dan waktu pembacaan sensor di saat dosen ada dosen 00.00.02.25 detik.

Pada percobaan pada ruangan Dekan Fakultas Teknik didapatkan mulai percobaan 1–5 hasil tegangan uotput dari sensor gerak PIR, pada saat Kaprodi ada dalam

ruangan tersebut output sensor PIR mencapai 1,77 volt dan saat ruangan itu kosong tegangan output sensor pir menjadi 4,97 volt, dan waktu pembacaan sensor di saat dosen ada dosen 00.00.02.23 detik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem, maka dapat di simpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perancangan sistem Informasi ini digunakan di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, untuk mendeteksi ada dan tidaknya dosen di dalam ruangan, sehingga mahasiswa dan mahasiswi tidak lagi bertanya kepada Admin Atau Staff yang ada di kantor teknik.
2. Batas maksimal pembacaan sensor gerak PIR yaitu 500 cm, kalau jarak lebih dari 500 cm maka sensor tersebut tidak bisa berfungsi seperti yang di harapkan.
3. Untuk keseluruhan kerja alat sudah sesuai dengan harapan awal. Alat dapat mendeteksi Kaprodi dan Dekan Fakultas Teknik UMSIDA yang ada dalam ruangnya masing-masing, jika di ruangan tersebut kosong maka panel dot matrix akan OFF/mati.

### Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan dari pelaksanaan tugas akhir ini adalah:

1. Sistem yang sudah dibuat masih dapat dikembangkan dan disempurnakan lagi, misalnya: sensor gerak PIR yang di gunakan dalam perancangan skripsi ini masih mendeteksi satu orang yang menempati dalam ruangan itu sendiri.

2. Di harapkan penelitian selanjutnya bisa di kembangkan menjadi berbasis sms/Android.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Hari Satrio Basuki, "Perancangan dan Implementasi Penampil Nama Stasiun untuk Kereta Api lokal Berbasis Mikrokontroler dengan Display Dot Matrix", Pusat Penelitian Informatika, Bandung, 2006.
2. BASUKI SATRYO HARI. 2006. Perancangan dan Implementasi Penampil Nama Stasiun untuk Kereta Api Local Berbasis Microcontroller dengan Display Dot Metrix.
3. Astuti, Nita Wahyu. 2007. Sistem keamanan ruangan menggunakan sensor *passive infra red* (PIR) KC7783R dengan mikrokontroler AT89551. Laporan tugas akhir, hlm. 2.
4. Gifson, Albert dan Slamet. 2009. Sistem pemantau ruang jarak jauh dengan sensor *passive infra red* berbasis mikrokontroler AT89S52. Jurnal telkomonika, Vol. 7, No. 3, hlm. 202–203.
5. Prihadi, F.K. 2009. Sistem Pengendali Led Matriks dengan Antarmuka Serial Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16. <http://library.gunadarma.ac.id>. Di akses tanggal 15 juli 2011 jam 11.00 wib.
6. NUGROHO SRY CHORISTANTO EVY. 2010. Papan Informasi Elektronik Dengan *Ps2 Keyboard*.
7. Dolly Indra. 2010. Aplikasi Peraga Karakter dengan Dot Matrix Led Display 5x8 (5 Kolom- 8 Baris) Berbasis Mikrokontroler. Jurnal ILKOM, ISSN:2087-1716, Volume 2, Nomor 3. <http://www.jurnal.ac.id>. Diakses tanggal 12 september 2011 jam 20.00 wib.
8. Shofwan, dan Fauzi, Sumardi dan Prasetijo, Agung Budi. 2011. Perancangan Papan Tampilan dengan Menggunakan Mikrokontroler At89c51. <http://www.eprints.undip.ac.id/25615/>. Diakses tanggal 12 september 2011 jam 20.00 wib.
9. Benny J. Pradita. 2011. Perancangan display LED dot matrix menggunakan mikrokontroler Atmega 32. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
10. Gammon, N. 2012. Interfaced a 8 × 8 LED matrix with as MAX7219 multiplexing LED. Online: <http://www.gammon.com.au/forum/?id=11516>. Diakses tanggal 2 Juni jam 10.00WIB

# Pengaruh Doping Ion $\text{Co}^{2+}$ terhadap Strukur dan Dielektrisitas pada Senyawa Nanokristal Spinel $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ yang di Sintesis Melalui Metode Kopresipitasi

The Effect of  $\text{Co}^{2+}$  Ion Doped on Their Structure and Dielectric Properties of  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  Spinnel Nanocrystals Compound Synthesds by Coprecipitation Method

**Idon Joni**

Dosen Fakultas Teknik, Universitas Madura

E-mail: idon\_jo@yahoo.com

## ABSTRAK

Senyawa Franklinite ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ) menjadi material yang menarik untuk dikaji disebabkan material ini memiliki aplikasi yang sangat luas. Dalam rangka pengembangan metode sintesis bahan, maka dalam penelitian ini digunakan metode kopresipitasi yang dapat menghasilkan ukuran nano material dengan waktu dan proses relatif mudah dan cepat. Pada penelitian ini,  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  di doping dengan ion  $\text{Co}^{2+}$  dalam bentuk  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  dengan menggunakan metode kopresipitasi. Prosesnya dilakukan dengan cara melarutkan bahan dasar  $\text{ZnCl}_2$  (99,9%),  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (99,9%),  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (99,9%) didalam aquades di dalam magnetic stirrer selama 30 menit. Larutan yang dihasilkan dimasukkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  (99,9%, 6,5 M) 5ml setiap 5 menit. Karakterisasi struktur Kristal menggunakan XRD dan dielektrisitas menggunakan kapasitansi digital tipe AD 5822. Pembentukan fasa diidentifikasi dengan program PCW, struktur Kristal dianalisis dengan program Celref. Selanjutnya ukuran butir Kristal dihitung menggunakan persamaan Scherrer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nano kristal  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  telah berhasil disintesis dengan ukuran butiran kristalnya berkisar 15,46 nm sampai 23,85 nm. Hasil analisis Fase dan parameter kisi menunjukkan semakin besar doping  $\text{Co}^{2+}$  maka semakin besar pula parameter kisi, volume Kristal dan semakin kecil dielektrisitasnya.

**Kata kunci:** kopresipitasi, nano kristal,  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ , Dielektrisitas

## ABSTRACT

Franklinite Compound ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ) has become an attractive materials to be studied because its potential a broad application. In order to develop on effective methods, coprecipitation method has a good candidate to produce a nano size material, low temperature and short time. In this research,  $\text{Co}^{2+}$  doped of  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  form  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  has been synthesized using coprecipitation method. was done by dissolving the base materials  $\text{ZnCl}_2$  (99.9%),  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (99.9%),  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (99.9%) in aquadest while dropping 5ml of  $\text{NH}_4\text{OH}$  (99.9%, 6.5 M) every 5 minutes. Crystal structure characterization was performed using XRD while dielectricity was performed using digital capacitance type AD 5822. The apreance of phase was identified by the PCW program, Crystal structure was analyzed with the Celref program. Further crystal grain size was calculated using Scherrer equation. The results showed that nano-crystals  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  has been successfully synthesized with crystal grain sizes ranged from 15.46 nm to 23.85 nm, the phases and lattice parameter analyses result showed that the greater  $\text{Co}^{2+}$  ion doping the greater the crystal lattice parameters, volume and show smaller the dielectric properties.

**Key words:** coprecipitation, nanocrystal,  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ , dielectric properties

## PENDAHULUAN

Dewasa ini, senyawa Franklinite ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ) menjadi bahan kajian yang menarik perhatian ahli karena memiliki peluang aplikasi yang luas, diantaranya sebagai, bahan magnetic untuk industry elektronik modern seperti radio, TV, radar, alat perekam (Video), satelit komunikasi, dan aktivitas fotokatalik, perubahan fotoelektrik, antiferromagnetik pada temperatur Néel (McLeod, 2010) fotoelektrik dan super-paramagnetik pada suhu tinggi, katalis, sensor, sedangkan untuk bahan keramik semikonduktor sebagai termistor (NTC) (Chou, 2008).

Sampai saat ini, telah banyak penelitian yang sukses mensintesis material  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  dengan berbagai metode, seperti, sol-gel, aerogel, hidrotermal, kimia Koloid, metode radiasi, serta solvothermal dan metode mikroemulsion (Blanco, dkk., 2010) juga telah dilakukan, namun metode-metode itu harus didukung oleh peralatan yang super canggih dan tentunya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Dengan banyaknya penelitian yang telah dilakukan untuk menginvestigasi sifat-sifat dan peluang aplikasi  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  dengan berbagai macam metode menandakan bahwa spinel  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  benar-benar sangat menarik perhatian para peneliti terutama yang berukuran nano meter.



## MATERI

### Senyawa *Franklinite* (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

Senyawa *Franklinite* (ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) secara kimia sering dituliskan dalam rumus kimia Zn(Fe<sup>3+</sup>)<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, pertama kali ditemukan di Franklin, Sussex Co, New Jersey USA oleh Berthier pada tahun 1819, dan selanjutnya dipelajari secara detail oleh Palache pada tahun 1935, seiring dengan berjalan waktu, Burke dan Kieft pada tahun 1972 dan juga oleh Nysten pada tahun 1984 melaporkan bahwa mineral ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> juga ditemukan di Långban, Swedia (Dunn, 1995).

ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> mempunyai struktur spinel normal pada suhu ruang dan telah menjadi subjek penelitian intensif yang mencakup selama dekade ini, Senyawa *Franklinite* yang memiliki struktur kubik, A dan B yang menunjukkan tempat kation tetrahedral dan oktahedral. Bagian terbesar ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> memiliki struktur spinel normal dengan ion Zn<sup>2+</sup> di tempat A dan Fe<sup>3+</sup> di tempat B.

Berdasarkan karakterisasi struktur Kristal ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Kristal ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> mempunyai *space group* Fd-3m no 227 dengan parameter kisi  $a = b = c = 8,4416 \text{ \AA}$  ( $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ), densitas  $D = 5,07$  sampai  $5,22 \text{ gram/cm}^3$ , dan  $Z=8$  di mana kristalografi unit sel membentuk 32e atom oksigen dalam *close cubic packing* (posisi *Wyckoff*). 8a tetrahedral dan 16d oktahedral menempati (posisi *Wyckoff*) (Levy, 2010).

Berdasarkan keluarga atau group dari spinel yang sering di teliti seperti group spinel aluminium: Gahnite (ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Hercynite (FeAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>); spinel Besi: Franklinite (Fe,Mn,Zn) (Fe,Mn)<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Jacobsite (MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), Trevorite (NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Ulvöspinel (TiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Zinc ferrite (Zn, Fe) Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; spinel khorm: Chromite (FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Magnesiochromite (MgCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), dan masih ada juga yang lainnya seperti Ulvöspinel (Fe<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>), Ringwoodite (Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>).

Spinel merupakan salah satu jenis struktur Kristal yang memiliki dua sub struktur, yaitu struktur tetrahedral (bagian A) dan struktur oktahedral (bagian B). Pada bagian tetrahedral, ion-ion logam berlokasi di pusat sebuah tetrahedron dengan sudut-sudutnya ditempati oleh ion-ion oksigen; sedangkan pada bagian oktahedral, ion-ion logam berlokasi di pusat oktahedron dengan sudut-sudutnya di tempati oleh ion-ion oksigen. Pembentukan dua sub struktur spinel tersebut secara umum dipengaruhi oleh besarnya jari-jari, konfigurasi elektron ion-ion logam, serta energi static dari kisi Kristal (Barsoum, 2003).

Bahan dielektrik adalah bahan yang tidak memiliki muatan bebas atau semua partikel bermuatannya terikat kuat pada molekul penyusunnya. Material-material dielektrik tidak menghantarkan arus listrik, tetapi jika dikenai medan listrik maka bahan akan terinduksi dan terpolarisasi.

Secara makromatis, untuk memperoleh pengertian kuantitatif sifat-sifat dielektrik perlu untuk membuktikan hubungan antara konstanta dielektrik dan polarisasi

bahan. Dalam bahan dielektrik, kumpulan momen dipol membentuk polarisasi (P), yakni jumlah momen dipol persatuan volume. Untuk suatu Kristal, polarisasi merupakan jumlah momen dipole dalam suatu sel satuan dibagi dengan volume sel. Jika bahan mengandung jumlah molekul persatuan volume sebanyak N, dan masing-masing memiliki momen (P), maka polarisasinya dapat didefinisikan seperti persamaan (1) (Omar, 1975).

$$P = Np \dots\dots\dots (1)$$

Dengan diasumsikan bahwa semua keadaan momen molekul dalam arah yang sama. Persamaan (1) dapat diperoleh dari persamaan Maxwell-Boltzmann tentang pergeseran, yaitu:

$$D = \mu_0 (E + P) \dots\dots\dots (2)$$

Dengan D adalah pergeseran atau induksi listrik (*displacement*),  $\mu_0$  adalah dielektrisitas bahan dalam ruang hampa, E adalah medan listrik, dan P adalah polarisasi.

Polarisasi merupakan salah satu hal yang berkaitan dengan dielektrisitas suatu bahan. Polarisasi dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis, diantaranya yaitu, polarisasi elektronik, polarisasi ionic, polarisasi dipolar, polarisasi muatan ruang.

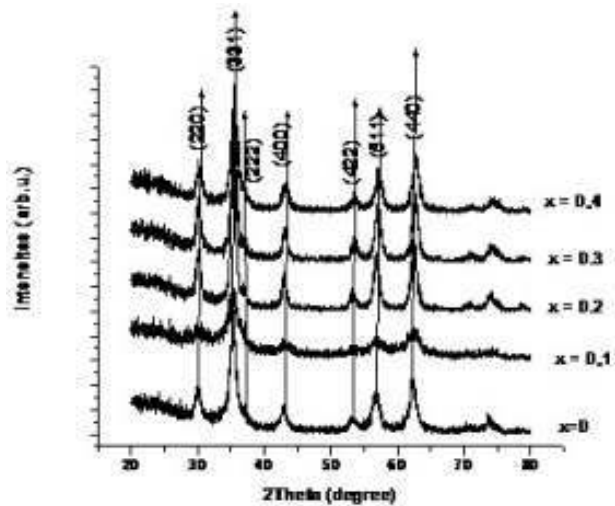
## METODE PENELITIAN

Proses yang diperlukan dalam membentuk bahan baru disebut dengan proses sintesis yaitu: Bahan FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O dan CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O serta ZnCl<sub>2</sub> dicampur, diatas magnetik stirer sambil dipanasi dengan suhu sekitar  $80-95^\circ\text{C} \pm 30$  menit. Selanjutnya menyaring hasilnya, setelah itu diambil yang lolos dari saringan. Bahan hasil saringan yang lolos selanjutnya distirrer lagi di dalam magnetik stire dengan memasukkan NH<sub>4</sub>OH setiap 5 menit 5ml dan biarkan mengendap, setelah itu menyaring dan diambil yang tidak lolos. Bahan yang tidak lolos setelah itu dicuci dengan aquades minimal 3X. Kemudian bahan dipanasi di dalam furnace dengan suhu 500 selama 4 jam. Bahan yang sudah dipanasi dalam bentuk serbuk, dikarakterisasi menggunakan XRF, XRD. Selanjutnya bahan tersebut, dicetak dengan menggunakan alat pengempres sehingga berubah menjadi bentuk pellet. Kemudian, bahan yang sudah berbentuk pellet di karakterisasi dielektrisitasnya menggunakan alat kapasitansi meter.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pola Difraksi ZnFe<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>4</sub> Hasil Karakterisasi XRD

Pola difraksi hasil penelitian sampel ZnFe<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>4</sub> dengan *X-Ray Diffraction* ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan pola pada gambar tersebut terlihat bahwa pola difraksi masing-masing sampel hampir sama dengan penambahan Co, alasannya karena Co menempati posisi Fe dari ZnFe<sub>2-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>4</sub> yang terbentuk, tetapi jika Co



Gambar 1. Pola Difraksi Sampel  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  Hasil Sintesis dengan Metode Kopresipitasi.

masuk kedalam Zn secara tidak langsung mengakibatkan komposisi semuanya akan berubah dan akibatnya akan ada fase baru dalam pola difraksi, tetapi terlihat di dalam gambar diatas tidak ada fase baru sehingga itu menandakan bahwa Co menempati Fe. Hal ini berarti bahwa simetri Kristal masih sama.

Secara sepintas, pada grafik diatas tampak adanya perubahan pada setiap komposisi doping. Intensitas puncak yang semakin meningkat dengan peningkatan doping Co, selain itu diperoleh hasil bahwa terdapat pergeseran puncak-puncak difraksi ke kiri, Fakta ini mengindikasikan adanya pengembangan kisi Kristal. Pergeseran puncak difraksi kearah 2-theta semakin ke kiri untuk hkl (220) dan (511). Selain itu juga terdapat beberapa puncak yang semakin melebar ataupun mengecil seiring dengan perubahan dopan Co. Pola ini menunjukkan bahwa ion  $\text{Co}^{2+}$  berhasil disisipkan ke bagian oktahedral dari  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  yaitu yang ditempati oleh ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Puncak difraksi yang lebar juga teramati untuk semua sampel yang disintesis. Hal ini dapat diindikasikan bahwa ukuran butir Kristal sampel kecil, Analisis struktur kristal juga dilakukan dengan menggunakan program Celref. Dari hasil celref dapat diketahui parameter kisi hasil refinement serta volumenya, untuk hasil lebih lanjut disajikan pada bagian berikutnya. Sedangkan untuk ukuran Kristal, dihitung menggunakan persamaan Scherrer.

Struktur Kristal  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$

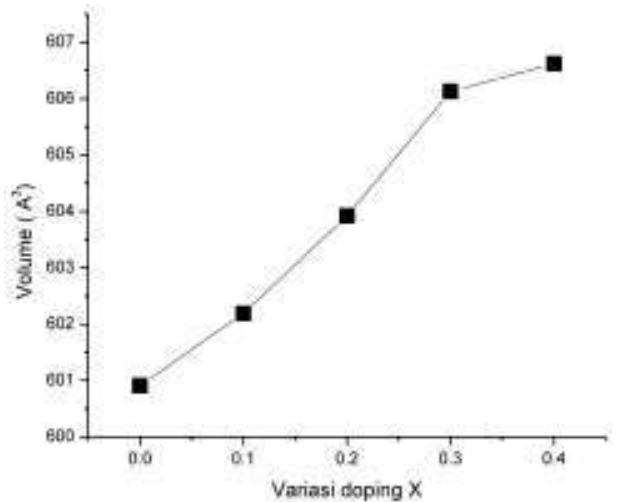
Data hasil XRD dianalisis dengan menggunakan software PCW, Celref serta Microcal Origin. Hasil analisis data ditunjukkan dalam tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa parameter kisi  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  berubah lebih panjang meskipun perubahannya tidak terlalu terlihat jelas, perubahan itu disebabkan oleh perlakuan doping ion  $\text{Co}^{2+}$  terhadap ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Ion  $\text{Co}^{2+}$  yang menggantikan

Tabel 1. Hasil Analisis Data Sampel Nano Kristal  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$

X	0.00	0.1	0.2	0.3	0.4
$a=b=c$ (Å)	8,4386	8,4446	8,4527	8,4630	8,6465
$\alpha=\beta=\gamma(^{\circ})$	90	90	90	90	90
$V$ (Å <sup>3</sup> )	600,01	602,19	603,92	606,13	606,62
ukuran (nm)	23.85	15.46	20.87	18.98	17.77

$\text{Fe}^{3+}$  akan mengakibatkan terjadinya perubahan struktur kristal, karena terdapat perbedaan jari-jari ion dan valensinya. Pada perbedaan jari-jari antara  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Co}^{2+}$  akan mengakibatkan jari jari makin membesar sehingga parameter ion atau jarak antar ion berubah menjadi lebih panjang, sedangkan pada perbedaan valensinya, jika  $\text{Fe}^{3+}$  di doping  $\text{Co}^{2+}$ , maka akan ada elektron yang belum terikat sempurna oleh  $\text{Co}^{2+}$  sehingga  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Co}^{2+}$  akan saling berkompetisi seperti  $\text{Fe}^{3+}$  akan menjadi  $\text{Fe}^{2+}$  supaya setara dengan  $\text{Co}^{2+}$  atau  $\text{Co}^{2+}$  akan menjadi  $\text{Co}^{3+}$ , dan jika salah satu dari itu masuk maka hal itulah yang akan menyebabkan perubahan simetri struktur kristal. Dengan adanya dopan Co, maka volume sel juga semakin membesar dengan bertambahnya komposisi dopan Co yang masuk ke dalam  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  (seperti tampak pada Gambar 2).



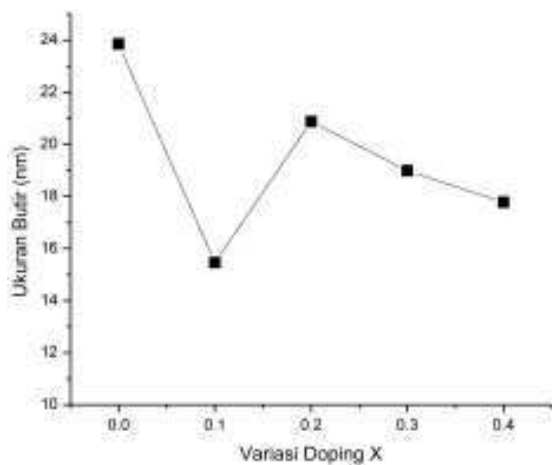
Gambar 2. Grafik Hubungan Volume Sel Kristal dengan Komposisi Doping x Nano Kristal  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ .

Perubahan volume sel ini terjadi ketika kation Co didopingkan pada bagian oktahedral dari spinel yang ditempati kation Fe, sehingga sebagian kation Fe digantikan oleh kation Co. Karena jari-jari ion  $\text{Co}^{2+}$  lebih besar dari jari-jari ion  $\text{Fe}^{3+}$  (jari-jari  $\text{Fe}^{3+} = 0,63$  Å,  $\text{Co}^{2+} = 0,82$  Å), maka pendopingan Co pada senyawa  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$  akan memperbesar jari-jari agregat (Fe, Co), dengan kata lain parameter-parameter kisi membesar begitu pula dengan volume sel Kristal juga membesar seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Ukuran Butir Kristal

Berdasarkan hasil penelitian yang dianalisis dengan *metode scherrer* diperoleh ukuran butir Kristal yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya komposisi doping. Hal tersebut bisa dijelaskan melalui konsep pembentukan senyawa. Ketika suatu senyawa diberi perlakuan suhu serta lama pemanasan yang sama, sedangkan pada saat itu pula ditambahkan komposisi bahan lain dalam hal ini dopan Co, maka untuk membentuk senyawa baru diperlukan waktu yang lebih lama ketika komposisi dopan semakin ditambah. Akibatnya, pembentukan ikatan senyawa baru tersebut belum sempurna yang berakibat pada ukuran Kristal yang terbentuk semakin kecil ketika komposisi Co semakin besar.

Ukuran butir Kristal paling kecil diperoleh sebesar 15,46 nm, yaitu pada  $x = 0,1$ , dan yang paling besar adalah 23,85 nm pada  $x = 0$ . Sedangkan untuk nilai  $x$  yang lain diperoleh ukuran butir kristal 20,87 nm untuk  $x = 0,2$ , 18,98 nm untuk  $x = 0,3$ , dan 17,77 nm untuk  $x = 0,4$ . Dari teori diatas dijelaskan bahwa untuk penambahan variasi doping mengakibatkan ukuran butir kristal semakin kecil, kecuali untuk  $X = 0,1$  yang ukurannya paling kecil sendiri atau lebih kecil dari pada variasi doping yang paling besar padahal semua perlakuan suhu serta pemanasan sama dengan yang lainnya. Hal itu mungkin disebabkan karena waktu proses pemanasan masih ada kadar air yang tersisa sehingga menyebabkan pola difraksi lebih lebar dari yang lain, alasan tersebut diperkuat karena  $X = 0,1$  mempunyai puncak difraksi yang paling rendah dan lebar. Hal ini sesuai dengan teori yang menjelaskan jika pola difraksi lebar maka ukuran butir akan semakin kecil. Untuk lebih jelasnya ditampilkan pada gambar 3. Hasil ini sesuai dengan prediksi awal terkait dengan lebarnya puncak yang terdapat pada pola difraksi sinar-x dalam orde nano. Sehingga dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa partiekl nano  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$  sudah terbentuk.



Gambar 3. Grafik Hubungan Ukuran Butir Kristal dengan Komposisi Doping x Nano Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$ .

Dielektrisitas Nano Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$

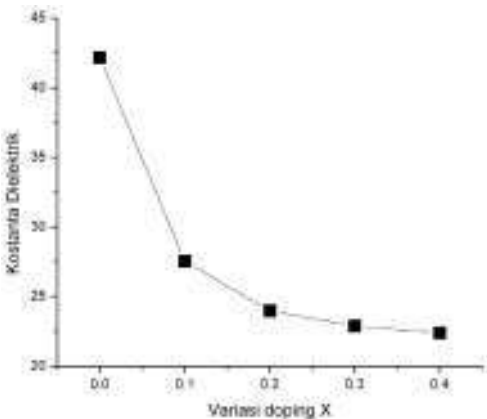
Dielektrisitas nano Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$  dapat diketahui dari besarnya nilai konstanta dielektriknya. Untuk konstanta dielektrik nano Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$  disajikan dalam Tabel 2 beserta Gambar 4.

Tabel 2. Konstanta Dielektrik Nano Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$

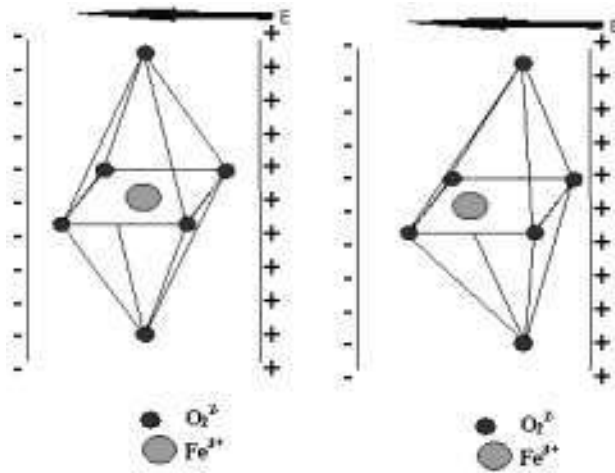
X (doping)	Konstanta dielektrik
0,0	42,16
0,1	27,55
0,2	23,99
0,3	22,90
0,4	22,40

Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa besarnya konstanta dielektrik menurun seiring dengan petambahan komposisi dopan Co yang diberikan dengan nilai maksimum sebesar 42,16 pada saat  $x = 0$ . Ini menunjukkan keberadaan ion  $Co^{2+}$  yang masuk menggantikan ion  $Fe^{3+}$  pada bagian oktahedral spinel  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$  mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap menurunnya dielektrisitas bahan  $ZnFe_2O_4$ . Nilai konstanta dielektrik menurun pada saat diberikan dopan Co.

Alasan yang paling kuat adalah jari-jari ion  $Co^{2+}$  lebih besar daripada jari-jari ion  $Fe^{3+}$  (jari-jari  $Fe^{3+} = 0,63 \text{ \AA}$ ,  $Co^{2+} = 0,82 \text{ \AA}$ ), sehingga hal ini berakibat pada jari-jari elektron valensi  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$  yang semakin besar dengan bertambahnya komposisi dopan Co, yang selanjutnya berdampak pada energy ikat Kristal yang semakin kecil. Energy ikat Kristal yang semakin kecil ini ditunjukkan dengan adanya perubahan parameter kisi yang diikuti oleh mengembangnya volume sel kristal sehingga dielektrisitas menurun. Menurunnya volume sel Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$  diawali dengan mengembangnya volume bagian oktahedral yang semula hanya diisi oleh ion  $Fe^{3+}$  yang kemudian sebagian diisi oleh ion  $Co^{2+}$ .



Gambar 4. Pengaruh Dopan Co terhadap Konstanta Dielektrik Nano Kristal  $ZnFe_{2-x}Co_xO_4$ .



**Gambar 5.** Polarisasi Ionik Ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{O}_2^{2-}$ .

Mekanisme mikroskopik yang terjadi adalah terjadinya polarisasi yang erat kaitannya dengan pergeseran muatan pada sampel. Berdasarkan polarisasi ionik seperti Gambar 5 menunjukkan pergeseran ion dan  $\text{Fe}^{3+}$  setelah diberikan medan listrik mengakibatkan terjadi perubahan parameter ion dari sebelum diberi medan listrik, ketika ion  $\text{Co}^{2+}$  menempati sebagian posisi ion  $\text{Fe}^{3+}$  atau bahkan menggantikannya, (konfigurasi elektron valensinya berbeda untuk  $\text{Co}^{2+}$  adalah  $3d^7$  sedangkan  $\text{Fe}^{3+}$  adalah  $3d^5$ ) maka parameter ion akan semakin memanjang sehingga ikatan ioniknya semakin lemah dan pergeseran kecil, polarisasinya kecil dengan demikian konstanta dielektriknya juga menurun. Sedangkan jika ditinjau dalam persamaan  $\mathbf{P} = \sum \frac{p_i}{V}$  dengan  $\mathbf{P}$  adalah polarisasi,  $P_i$  adalah momen dipole dan  $V$  adalah volume. Mekanismenya jumlah momen dipole pada saat belum diberi medan listrik akan bernilai nol dan pada saat diberi medan listrik tidak bernilai nol, jika diberi doping Co maka volume akan membesar akibat dari jari-jari yang lebih besar, bila dihubungkan dengan persamaan di atas terlihat bahwa jika volume membesar maka polarisasinya kecil, demikian konstanta dielektrik juga menurun.

Berdasarkan Polarisasi elektronik, doping ion  $\text{Co}^{2+}$  yang memiliki jari-jari lebih besar daripada ion  $\text{Fe}^{3+}$  dengan peningkatan jarak antar atom tersebut menyebabkan volume kristal sampel membesar. Jarak antar atom yang semakin besar menyebabkan ikatan inti terhadap elektron terluarnya semakin lemah. Akibatnya jumlah momen dipole listrik semakin sedikit dan polarisasinya semakin kecil, sehingga konstanta dielektriknya semakin kecil pula,

## KESIMPULAN

Peningkatan doping  $\text{Co}^{2+}$  yang masuk dalam bentuk  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ , memperbesar volume sel kristal. Hal tersebut diakibatkan oleh jari-jari ion  $\text{Co}^{2+}$  lebih besar dari jari-jari ion  $\text{Fe}^{3+}$

Peningkatan doping  $\text{Co}^{2+}$  yang masuk dalam bentuk  $\text{ZnFe}_{2-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ , memperkecil dielektrisitasnya. Hal tersebut diakibatkan oleh jari-jari ion  $\text{Co}^{2+}$  lebih besar dari jari-jari ion  $\text{Fe}^{3+}$  sehingga mengakibatkan parameter ion semakin besar dan terjadi pergeseran akibatnya ikatan ioniknya lemah sehingga dielektrisitas menurun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barsoum M, *Fundamental Of Ceramics*. Institute of physic Publishing Ltd, London. 2003.
- Blanco-Gutiérrez, V. dkk. **Magnetic properties of solvothermally synthesized  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles**. Journal of Physics: Conference Series 200 072013 doi:10.1088/1742-6596/200/7/072013. 2010.
- Chou, CC, et al. **Anomalous pressure effect on the magnetic ordering in multiferroic  $\text{BiMnO}_3$** . *Physical Review B* 78, 092404. 2008.
- Dunn. Pete J. **Franklin and sterling Hill New Jersey, Tehe World'r Most Magnificent**. Website by herb Teates. 1995.
- Levy, A.D. Pavese and M. Hanfland. **Phase transition of synthetic zinc ferrite spinel ( $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ ) at high pressure, from synchrotron X-ray powder diffraction**. *Physics and Chemistry of Minerals*. Volume 27, Number 9, 638-644, DOI: 10.1007/s002690000117. 2010.
- McLeod, JA., et al. **Electronic Structure of  $\text{BiMO}_3$  Multiferroics and Related Oxides**. *Physical Review B* 81, 144103. 2010.
- Omar, Ali M. *Elementary Solid State Physic. Principles and Applications*. Addison-Wesley Publishing Company. 1975.

# Respons Petani terhadap Usaha Tani Padi Orgaik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember

## Farmers Responsd to Organic Rice Farming in The Village of Sruni Sub District of Jenggawah Regency of Jember

Syamsul Hadi\*) dan R. Achmad Ediyanto\*)

\*) Lecturer at the Faculti of Agriculture – University of Muhammadiyah Jember

Email: syamsul.hadi@unmuhjember.ac.id

### ABSTRAK

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respons petani terhadap penerapan teknologi pada usaha tani padi organik; menganalisis faktor sosial ekonomi yang memengaruhi respons petani terhadap usaha tani padi organik, dan menganalisis pengaruh penerapan sistem pertanian organik terhadap tingkat produksi padi. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif melalui teknik survei. Analisis data yang digunakan adalah analisis skoring dengan pendekatan skala likert melalui uji proporsi dan analisis regresi. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa: 1) responden memiliki respons yang tinggi terhadap penerapan sistem organik pada usaha tani padi; 2) Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penerapan usaha tani padi organik adalah faktor pengalaman berusaha tani, frekuensi kunjungan petugas penyuluh lapangan, peluang pasar, persepsi jaminan ketersediaan sarana produksi dan pasar oleh pemerintah berpengaruh nyata, sedangkan faktor pendidikan formal dan luas lahan garapan usaha tani padi tidak berpengaruh nyata; dan 3) Penerapan usaha tani padi melalui sistem pertanian organik sangat berpengaruh terhadap tingkat produksi.*

**Kata kunci:** Respons petani, padi organik dan konvensional

### ABSTRACT

*The purpose of this study was to evaluate the response of farmers to the application of technology in organic rice farming; analyze the socio-economic factors that affect the response of farmers on organic rice farming, and analyze the effect of the application of organic farming systems on the level of rice production. The method used is descriptive quantitative and qualitative survey techniques. Analysis of the data used is the analysis of the scoring approach Likert scale through the test of proportion and analisis regresi. The results of this study concluded that: 1) the respondents have a high response to the application of organic rice farming system; 2) Factors that affect the application of rice farming organic is the experience factor to farm, visit frequency extension workers, market opportunities, perceptions guarantee the availability of the means of production and the market by the government significantly, while the factor of formal education and the acreage of rice farming has no effect real; and 3) Application of rice farming through organic farming systems greatly affect production rates.*

**Key words:** Response farmers, organic and conventional rice

### PENDAHULUAN

Pemerintah Kabupaten Jember memiliki sebuah gagasan desa organik pada tahun 2010 melalui model pemberdayaan petani. Paradigma yang coba dibangun adalah pada sudut pandang (*engle*) adanya proses perubahan pola pikir (*mind site*) dan pola tindak (*attitude*) serta lahirnya lembaga petani yang mandiri dan mengakar di masyarakat. Pemerintah Kabupaten Jember melakukan percobaan budi daya padi organik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember seluas ± 3 hektar di mana hasilnya percobaan ini pada musim hujan pertama menghasilkan produktivitas 6 ton/ha pada musim hujan berikutnya menghasilkan 6,7 ton/ha.

Good will pemerintah ternyata belum sepenuhnya di respons secara positif oleh petani di kawasan lokasi eksperimen tersebut. Penerapan sistem tersebut dirasa rumit dengan biaya mahal. Alasan lainnya adalah

pengakuan sebagai pelaku pertanian organik harus melalui proses sertifikasi, sedangkan pembentukan lembaga akreditasi untuk produk tiap sub sektor di Indonesia mungkin belum terpenuhi. Petani masih terlena dengan sistem penerapan teknologi pertanian yang serba cepat dan mudah. Padahal telah disosialisasikan oleh para penyuluh bahwa produktivitas usaha tani padi organik semakin tinggi, biaya produksi cenderung lebih rendah dan harga output lebih bersaing di pasar. Tingginya produktivitas padi organik sejalan dengan hasil penelitian Santoso dan Kristanto (2012) di Kecamatan Sambirejo Kabupaten Sragen di mana produktivitas padi organik lebih tinggi (7.4 ton/ha) dibandingkan dengan padi an organik (6.5 ton/ha).

Kesadaran untuk mengelola lingkungan menjadi lebih baik sering kali dikalahkan oleh pertimbangan teknis. Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya mengembangkan sistem pertanian yang

berwawasan lingkungan dan berkelanjutan, pertanian organik menjadi salah satu pilihan yang dapat diambil. Faktanya bahwa program desa organik di Kabupaten Jember yang telah dicanangkan sejak tahun 2012 juga belum terinveksi pada petani lainnya secara nyata. Dampak penerapan pertanian organik dianggap relatif lama dan sulit dibuktikan dalam waktu cepat. Lembaga pemasaran hasil produksinya juga belum terbentuk sehingga petani merasa kesulitan dalam memasarkannya dalam waktu cepat pula. Berdasarkan fenomena di atas, maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) untuk mengetahui respons petani terhadap usaha tani padi organik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember; 2) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi respons petani terhadap sistem pertanian organik, dan 3) Untuk mengetahui pengaruh penerapan sistem pertanian organik terhadap tingkat produksi padi.

## METODE PENELITIAN

### Jenis dan Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif, di mana pendekatan kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi pelaksanaan penerapan sistem pertanian organik pada usaha tani padi, khususnya untuk mengetahui tentang alasan kesediaan dan keengganan penerapan sistem pertanian organik pada usaha tani padi organik (McMillan dan Schumacher, 2001). Sementara itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survei* (Singarimbun dan Effendi, 2005).

### Penentuan Waktu, Lokasi, Populasi, Sumber, dan Teknik Pengumpulan Data Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada Bulan Nopember 2015 s.d. Januari 2016 di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember yang ditentukan secara *purposive sampling* atas pertimbangan bahwa di desa tersebut merupakan lokasi uji coba penerapan usaha tani padi organik di Kabupaten Jember. Adapun populasi penelitian adalah petani padi organik – semi organik yang ditentukan secara sengaja melalui teknik *non probability sampling*, sedangkan petani padi konvensional (an organik) ditentukan secara *probability sampling* (*snowballing sampling*) masing-masing berjumlah 15 orang. Berdasarkan sumbernya bahwa data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari petani padi organik dan an organik yang dikumpulkan dengan cara *depth Interview* dan *observasi*. Adapun data sekunder dikumpulkan dari instansi terkait dengan penelitian ini.

## Analisa Data

### Menjawab Tujuan Pertama

Berdasarkan hasil pengukuran indikator respons yang meliputi: persepsi, motivasi, sikap, keterampilan dan partisipasi petani terhadap usaha tani padi berbasis organik. Kriteria lemah kuatnya respons petani dirumuskan sebagai berikut: Jika total skor antara 85–105 (Respons petani sangat kuat), antara 69–84 (respons petani kuat), antara 53–38 (respons petani sedang), antara 37–52 (respons petani lemah) dan antara 21–36 (respons petani sangat lemah). Selanjutnya hasil yang diperoleh atas kuat lemahnya respons petani terhadap usaha tani padi organik, maka akan dianalisis lebih lanjut tentang tinggi rendahnya respons petani terhadap padi organik dengan menggunakan uji proporsi Z-test pada tingkat taraf nyata  $\alpha = 5\%$  untuk mengetahui seberapa banyak petani yang memiliki respons yang tinggi (kuat sampai dengan sangat kuat) dan respons rendah (sangat lemah sampai dengan sedang) dengan rumusan hipotesis sebagai berikut (Sudjana, 1992):  $H_0: P \leq 50\%$  dan  $H_a: P > 50\%$ . Maka kriteria keputusannya adalah  $H_0$ : Diduga kurang dari atau sama dengan 50% petani memiliki respons yang rendah terhadap usaha tani padi organik, dan  $H_a$ : Diduga lebih dari 50% petani mempunyai respons yang tinggi terhadap usaha tani padi organik.

### Menjawab Tujuan Kedua

Guna menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi respons petani terhadap penerapan sistem pertanian organik, maka akan digunakan alat analisis regresi linier berganda dengan rumusan persamaan sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 D_1 + \beta_6 D_2 + \epsilon$$

di mana:  $Y$  = Respons petani (Rata-rata total nilai skor respons petani);  $X_i$  dan  $D_i$  = variabel independen;  $\alpha$  = konstanta;  $\beta_i$  = koefisien regresi; dan  $\epsilon$  = Galat. Selanjutnya untuk menguji hipotesis yang kedua ini, maka diajukan rumusan hipotesis sebagai berikut:  $H_0: \beta_1 = 0$  (Tolak  $H_a$  atau terima  $H_0$ ) dan  $H_a: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0$  atau ada salah satu  $\beta_i \neq 0$  (Tolak  $H_0$  atau Terima  $H_a$ ). Selanjutnya dilakukan pengujian keberartian secara parsial untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independent terhadap variabel dependent dengan menggunakan analisis regresi sederhana.

### Menjawab Tujuan Ketiga

Guna menjawab tujuan ketiga yaitu menganalisis pengaruh penerapan sistem pertanian organik terhadap tingkat produksi padi, maka akan digunakan analisis regresi non linier dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:  $Y_i = \alpha X_i^{\beta_i}$ . Adapun secara matematis, persamaan taksiran fungsi produksi oleh faktor penduga penerapan sistem pertanian organik dengan model

regresi adalah:  $\hat{Y} = \alpha D_i^{\beta_i}$  di mana: Y = Tingkat produksi padi (Ton/ha);  $\alpha$  = konstanta;  $\beta$  = koefisien regresi; D = Penerapan sistem pertanian organik (Dummy: D = 1 bila menerapkan sistem pertanian organik dan D = 0 bila tidak menerapkan sistem pertanian organik).

Untuk memudahkan pendugaan persamaan regresi non linier di atas, maka persamaan tersebut diubah menjadi linier sederhana dengan cara melogaritmakan, sehingga persamaannya menjadi:  $\ln Y_i = \ln \alpha + \beta_1 \ln D_i + u_i \ln e$ . Adapun Estimasi terhadap bentuk hubungan di atas adalah:  $\ln \hat{Y} = \ln a + b_1 \ln D + u_i \ln e$ . Selain itu, juga digunakan analisis uji t-test terhadap kedua rata-rata tingkat produksi per hektar sampel yang dibandingkan, yaitu produksi padi organik dan konvensional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Petani terhadap Usaha tani Padi dengan Sistem Pertanian Organik

Rata-rata respons petani terhadap penerapan usaha tani padi di daerah penelitian **tergolong kuat** dengan rata-rata nilai skor 75,27 (kisaran nilai skor: 69–84). Tetapi jika dibedakan antara kedua jenis kelompok responden, maka rata-rata respons petani padi organik **tergolong kuat** (76,27) dan respons responden petani padi konvensional **tergolong cukup kuat** dengan rata-rata skor 66,13 (kisaran nilai skor: 53–68). Sebaran respons responden terhadap penerapan usaha tani padi organik berdasarkan nilai skor menurut indikator respons secara terperinci disajikan pada Tabel 1. Persepsi responden petani padi organik terhadap sistem pertanian organik memiliki nilai skor lebih tinggi (35,80) dibandingkan responden petani padi konvensional (31,88). Kondisi ini wajar karena secara pendidikan formal tingkat pendidikan responden petani padi organik lebih tinggi daripada lainnya.

Beberapa alasan mengapa rata-rata nilai skor pada indikator persepsi sangat tinggi (kisaran nilai skor persepsi: 9–45) adalah antara lain; Usaha tani padi organik dapat membawa keuntungan yang memadai bagi petani (82,67%), Sebanyak (82,67%) responden menyatakan mudah dilakukan oleh petani, Secara ekonomis sebanyak (72%) petani beralasan memiliki harga jual produksi lebih tinggi, sebanyak (76%) responden menyatakan dapat memiliki jumlah produksi lebih tinggi, Sebanyak 76% responden beralasan PPL selalu mengunjungi petani dalam budi daya padi organik. Secara teknologi, sebanyak (94,7%) menyatakan pemerintah maupun pihak-pihak terkait lainnya dapat menjamin tersedianya sarana produksi bersertifikat organik dengan harga terjangkau petani dan secara klimatologis petani tidak kuatir terhadap perubahan iklim dan potensi serangan hama dan penyakit (84%).

Sementara itu, pada Tabel 1 juga digambarkan bahwa rata-rata respons petani terhadap usaha tani padi organik dengan indikator motivasi baik oleh petani padi organik maupun konvensional mencapai nilai

skor yang cukup tinggi, yaitu masing-masing mencapai 11 dan 10,75 (Kisaran skor: 3–15). Pemahaman dan keyakinan responden tentang kelebihan usaha tani padi organik dibandingkan konvensional adalah nyata secara ekonomis lebih menguntungkan (70,67%), teknologi dan pemasarannya dengan harga yang lebih tinggi dibandingkan harga produk dengan sistem konvensional (77,33%). Meskipun ada juga responden yang belum yakin atas jaminan ketersediaan sarana produksi berbasis organik dan pemasaran hasil produksinya (22,55%). Faktanya regulasi pemerintah tetap memberikan subsidi pada produsen pabrikan bahan organik dan an organik, sehingga harga-harga bahan organik lebih mahal di pasaran. Selain itu, ada sebagian responden yang terpengaruh oleh kegagalan petani lain dalam menerapkan sistem organik (14,75%).

Tabel 1. Sebaran Responden Petani Padi Berdasarkan Indikator Respons di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember Tahun 2015

No	Indikator	Penerapan Usaha tani Padi	
		Organik	Konvensional
		Rata-rata Nilai Skor	Rata-rata Nilai Skor
1	Persepsi	35,80	31,88
2	Motivasi	11,00	10,75
3	Pengetahuan	16,93	16,75
4	Sikap, Keterampilan dan Partisipasi	12,53	6,75
Jumlah Total Skor		76,27	66,13

Sumber: Data Primer Diolah, Tahun 2016

Tabel 1 di atas juga mengungkapkan bahwa rata-rata nilai skor untuk pengetahuan cukup tinggi (kisaran nilai skor pengetahuan: 5–25) yaitu mencapai nilai skor 16,93 untuk responden petani padi organik dan 16,75 untuk responden petani padi organik. Artinya pengetahuan kedua kelompok responden relatif sama terhadap pemahaman secara teoritis dan empirik. Pengetahuan yang dimaksud antara lain teknis budi daya, risiko berusaha tani, jumlah permintaan pasar, informasi harga input dan output, dan regulasi terkait dengan sistem pertanian organik. Tabel 1 di atas juga menggambarkan sikap psikomotorik petani untuk menanam padi melalui sistem pertanian organik juga tidak terlalu tinggi. Sebab responden petani organik (20%) yang menerapkan sistem padi semi organik, juga dikombinasi dengan penggunaan bahan an organik.

Hasil analisa uji proporsi untuk mengetahui seberapa banyak petani yang memiliki respons yang tinggi (kuat s.d. sangat kuat) dan respons rendah (sangat lemah s.d sedang) (Sudjana, 1992) menunjukkan bahwa responden memiliki respons yang tinggi terhadap penerapan sistem organik pada usaha tani padi. Hal ini ditunjukkan bahwa nilai t-hitung (6.16) > t-tabel (2.462) pada taraf nyata



**Tabel 2.** Hasil Uji Proporsi terhadap Respons Petani Atas Penerapan Padi Organik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember Tahun 2015

Variabel Dependent		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Jumlah_Respons Petani	Equal variances assumed	1.510	.229	6.160	28	.000	11.66667	1.89402
	Equal variances not assumed			6.160	25.549	.000	11.66667	1.89402

Sumber: Data Primer Diolah Tahun 2016

$\alpha = 1\%$ . Artinya hipotesis yang menyatakan bahwa diduga lebih dari 50% petani memiliki respons yang rendah terhadap sistem pertanian organik pada usaha tani padi **ditolak**. Fenomena ini mengindikasikan bahwa potensi pengembangan padi organik di daerah penelitian cukup besar. Tergantung dukungan pemerintah dan *stakeholders* lain dalam mendorong kesadaran petani untuk bergeser dari sistem konvensional menuju sistem organik melalui regulasi dan fasilitasi.

#### Faktor Sosial Ekonomi yang Mempengaruhi Respons Petani terhadap Usaha tani Padi Organik

Hasil penelitian di daerah penelitian ini sebagaimana yang ditunjukkan oleh hasil analisis regresi berganda pada Tabel 3. yang mengungkapkan bahwa secara simultan (*Full-Model*) bahwa faktor sosial ekonomi yang diduga berpengaruh terhadap penerapan usaha tani padi organik berpengaruh nyata. Artinya F-hitung (4.122) > F-tabel (2,360) pada taraf nyata  $\alpha 5\%$ . Adapun hasil analisis regresi linier berganda pada Tabel 3.3 di atas dapat dirumuskan sebuah persamaan garis regresi fungsi respons petani terhadap penerapan usaha tani padi organik sebagai berikut:

$$Y = 71.264 - 0,344 X_1 - 1,749 X_2 - 0,263 X_3 + 2,669 X_4 - 4,061 D_1 + 3,568 D_2$$

Selanjutnya ditinjau dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yaitu sebesar 0,518 menunjukkan bahwa variabel

bebas yang dimasukkan ke dalam model dapat menjelaskan variasi variabel dependen secara baik sekitar 51.89%, sedangkan 48.11% dijelaskan oleh variabel lain di luar model seperti variabel serangan hama & penyakit, curah hujan dan iklim.

Tabel 3 juga mengungkapkan bahwa secara parsial masing-masing variabel independent terhadap respons petani dapat dijelaskan sebagai berikut. Bahwa faktor pendidikan responden tidak berpengaruh nyata pada taraf nyata 10% dengan asumsi variabel lain dalam model konstan (*ceteris paribus*). Kondisi ini dapat disebabkan karena rata-rata tingkat pendidikan formal kedua kelompok responden tidak berbeda jauh, yaitu masing-masing 9.67 tahun untuk responden petani organik dan 8 tahun untuk responden petani konvensional. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Hindarti, Muhaimin dan Sumarno (2012) di Desa Bumiaji bahwa tingkat pendidikan formal tidak memperlihatkan adanya hubungan yang nyata.

Faktor luas lahan garapan yang dilakukan oleh kedua kelompok responden ini juga tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap kekuatan respons petani pada usaha tani padi organik di daerah penelitian. Hal ini ditunjukkan oleh Tabel 3. bahwa t-hitung (0.860) < t-tabel (1.311) pada taraf nyata 10% dengan asumsi *ceteris paribus*. Hal lain yang menarik dari hasil analisis ini adalah nilai koefisien regresinya adalah -1.749 yang berarti bahwa apabila luas lahan bertambah sebesar 1%,

**Tabel 3.** Hasil Uji Regresi Linier Berganda terhadap Faktor Sosial Ekonomi yang Berpengaruh terhadap Respons Petani Atas Penerapan Padi Organik di Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember Tahun 2015

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	71.264	4.840		14.725	.000
Pendidikan ( $X_1$ )	.344	.380	.150	.904 <sup>ns</sup>	.376
Luas lahan ( $X_2$ )	-1.749	2.034	-.133	-.860 <sup>ns</sup>	.399
Pengalaman UT ( $X_3$ )	-.263	.120	-.411	-2.184 <sup>**</sup>	.039
Frekuensi PPL ( $X_4$ )	2.669	1.551	.307	1.721 <sup>*</sup>	.099
Peluang Pasar PO ( $D_1$ )	-4.061	2.206	-.298	-1.841 <sup>*</sup>	.079
Persepsi Jaminan Saprodi dan Pasar ( $D_2$ )	3.568	2.044	.262	1.746 <sup>*</sup>	.094

Keterangan: Dependent Variable: Y; Predictors: (Constant),  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ , F-hitung = 4.122, ns = Non significant, \*\*) = signifikan pada taraf nyata  $\alpha 5\%$  dan \*) = signifikan pada taraf nyata  $\alpha 10\%$ , dan  $R^2 = 0.518$  dan Adjusted-  $R^2 = 0.392$ .

Sumber: Data Primer Diolah Tahun 2016



maka respons petani terhadap usaha tani padi organik semakin lemah sebesar satu satuan. Fenomena ini dapat dijelaskan bahwa responden semakin kurang yakin jika luas lahan garapan ditambah luasnya, sehingga motivasi responden juga akan semakin lemah. Karena pada indikator motivasi masih ada sebagian petani yang memandang sistem pertanian organik terkesan rumit dan melihat kegagalan petani lain yang menerapkan sistem organik.

Faktor lama pengalaman berusaha tani dari hasil analisis regresi linier sederhana sebagaimana pada tabel 3.3 di atas menunjukkan pengaruh nyata terhadap respons petani pada usaha tani padi organik yang ditunjukkan oleh nilai t-hitung (2.184) > t-tabel (1.311) pada taraf nyata 5%. Fenomena ini sesuai dengan hasil penelitian Hindarti, Muhaimin dan Sumarno (2012) di Desa Bumiaji Kota Batu yang menyimpulkan bahwa pengalaman petani berpengaruh nyata terhadap keputusan petani apel untuk menerapkan sistem pertanian organik. Namun yang menarik hasil analisis pada penelitian ini tanda pada nilai koefisien regresinya adalah negatif (-0,263). Artinya semakin lama pengalaman kedua kelompok petani dalam mengusahakan tanaman padi secara konvensional, maka ada kecenderungan respons petani pada usaha tani padi organik semakin lemah dengan asumsi *cateris paribus*.

Berdasarkan lama pengalaman berusaha tani padi organik (rata-rata 4,47 tahun) yang jumlah populasinya sangat sedikit di daerah penelitian, maka petani cenderung akan semakin lemah responsnya pada usaha tani padi organik. Sebab jika hanya beberapa petani saja yang mengusaha lahannya dengan sistem organik yaitu hanya seluas 12,42 ha (1,73%) dari total lahan sawah (718,50 Ha), maka penerapan sistem organik akan sia-sia. Hal ini disebabkan dengan kondisi sistem irigasi yang ada saat ini sangat memungkinkan penggunaan bahan-bahan an organik pada lahan sawah yang satu akan berimbas pada lahan di sekitarnya termasuk pada lahan sawah yang diusahakan dengan sistem organik.

Frekuensi kunjungan PPL ke lapangan ternyata berpengaruh nyata pada tinggi rendahnya respons petani terhadap usaha tani padi organik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis regresi sebagaimana pada tabel 3 di atas bahwa nilai t-hitung (1,721) > t-tabel (1,311) pada taraf nyata 10% dengan nilai koefisien regresi sebesar 2.669. Artinya semakin sering PPL berkunjung ke lapangan untuk memberikan motivasi kepada para petani, maka

akan respons petani terhadap usaha tani padi organik akan semakin kuat sebesar 2.669 satuan dengan asumsi *cateris paribus*. Fenomena ini seiring dengan hasil penelitian Rukka, Buhaerah dan Sunaryo (2006) yang menunjukkan bahwa ada pengaruh nyata variabel intensitas kunjungan penyuluh ke lapangan terhadap penggunaan pupuk organik pada padi sawah.

Faktor persepsi petani terhadap peluang pasar bagi produk padi organik menunjukkan pengaruh nyata terhadap respons petani Hal ini dapat dibuktikan bahwa nilai t-hitung (-1.841) > t-tabel (-1.841) pada taraf nyata 10%. Fakta ini sejalan dengan hasil penelitian Rukka, Buhaerah dan Sunaryo (2006) di Kabupaten Gowa yang menunjukkan bahwa faktor eksternal seperti peluang pasar padi organik berpengaruh nyata pada respons petani terhadap penggunaan pupuk organik pada padi sawah. Namun yang menarik untuk dibahas lebih mendalam dari hasil analisis regresi ini adalah nilai koefisien regresinya bertanda negatif, yaitu -4.061. Artinya semakin tinggi persepsi petani tentang peluang pasar bagi produk padi organik, maka respons petani terhadap usaha tani padi organik justru semakin lemah/rendah.

Faktor persepsi petani terhadap adanya jaminan sarana produksi dan pasar bagi produk padi organik memiliki pengaruh yang nyata terhadap tinggi rendahnya respons petani. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis regresi di mana t-hitung (1.746) > t-tabel (1.311) pada taraf nyata 10%. Fakta ini juga sesuai dengan hasil penelitian Rukka dkk (2006) bahwa terjaminnya sarana dan prasaran produksi berpengaruh nyata terhadap penggunaan pupuk organik pada tanaman padi sawah.

**Pengaruh Penerapan Sistem Pertanian Organik terhadap Tingkat Produksi Padi**

Pada tabel 4 diungkapkan bahwa penerapan usaha tani padi melalui sistem pertanian organik sangat berpengaruh terhadap tingkat produksi per hektarnya. Kondisi ini dibuktikan dengan nilai t-hitung (2.97) > t-tabel (1.697) pada taraf nyata α1%. Artinya hipotesis yang menyatakan bahwa diduga sistem pertanian organik pada usaha tani padi berpengaruh nyata terhadap tingkat produksi padi adalah **terbukti**. Berdasarkan tabel 3.4 tersebut maka model persamaan regresi yang ditimbulkan dapat formulasikan sebagai berikut:  $\ln Y = \ln 8.702 + 0,228 \ln D_1$ . Sehingga secara matematik dapat diformulasikan dengan fungsi produksi *cobb-douglas* sebagai berikut:  $Y = 2,16 D_1^{0,228}$ .

**Tabel 4.** Hasil Analisis Pengaruh Penerapan Usaha tani Padi Organik terhadap Tingkat Produksi Padi Sawah di Lokasi Penelitian Tahun 2015

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	8.702	.055		158.438	.000
(D) Penerapan Padi Organik	.228	.078	.486	2.939***	.007

Keterangan: Dependent Variable: Y dan dan \*\*\*): Signifikan pada α1%  
Sumber: Dta Primer Diolah, Tahun 2016

**Tabel 5.** Hasil Uji Beda Rata-rata Antara Proruksi (Kg/Ha) Usaha tani Padi Organik dan Konvensional Tingkat Produksi Padi Sawahdi Desa Sruni Kecamatan Jenggawah Kabupaten Jember Tahun 2015

Variabel Dependent		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Tingkat Produksi (Kg/Ha)	Equal variances assumed	2.701	.111	3.501***	28	.002	1800.000	514.087
	Equal variances not assumed			3.501	21.76	.002	1800.000	514.087

Keterangan: \*\*\*) = Signifikan pada taraf nyata  $\alpha$ 1%

Sumber: Dta Primer Diolah, Tahun 2016

Sementara itu, selain dianalisis dengan regresi sederhana sebagaimana, juga dianalisis dengan uji t-test sebagaimana pada tabel 3.5 Rata-rata produksi padi dengan sistem pertanian organik di daerah penelitian adalah 7,98 ton/ha dan sistem pertanian konvensional sebanyak 6,13 ton/ha. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian Santoso (2012) di Kabupaten Sragen Jawa Tengah bahwa produksi padi organik 7.4 ton/ha dan an organik 6.5 ton/ha. Secara statistik kedua rata-rata produksi padi melalui sistem yang berbeda ternyata memiliki perbedaan produksi berbeda, hal itu ditunjukkan oleh nilai t-hitung (3.501) > t-tabel (1.697) pada taraf nyata  $\alpha$ 1%.

## KESIMPULAN

1. Rata-rata respons petani terhadap penerapan usaha tani padi di daerah penelitian **tergolong kuat** dengan rata-rata nilai skor 75.27. Tetapi jika dibandingkan antara kedua jenis kelompok responden, maka rata-rata respons petani padi organik **tergolong kuat** dengan rata-rata skor 76.27 dan respons responden petani padi konvensional **tergolong cukup kuat** dengan rata-rata skor 66.13.
2. Secara simultan faktor sosial ekonomi yang diduga berpengaruh terhadap penerapan usaha tani padi organik adalah **terbukti**. Secara parsial diperoleh hasil faktor pendidikan formal responden dan luas lahan garapan usaha tani padi tidak berpengaruh nyata terhadap respons petani, sedangkan faktor pengalaman berusaha tani, frekuensi kunjungan PPL, peluang pasar, dan persepsi adanya jaminan ketersediaan sarana produksi oleh pemerintah berpengaruh nyata.

3. Bahwa penerapan usaha tani padi melalui sistem pertanian organik sangat berpengaruh terhadap tingkat produksi per hektarnya. Kondisi ini dibuktikan dengan nilai t-hitung (3.501) > t-tabel (1.697) pada taraf nyata  $\alpha$ 1%.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Santoso, KN. Analisis Komparasi Usaha tani Padi Organik dan Anorganik di Kecamatan Sambirejo Kabupaten Sragen. Jurnal Penelitian AGRIC Program Studi Agrinisisn FPB-UKSW. 2012. Vol. 24. No. 01 Bulan Juli Hal. 63–80. From: <http://repository.uksw.edu>. Accessed Nopember 30, 2015.
2. Hindarti, S., Muhaimin, W., dan Soemarno. Analisis Respons Petani Apel Terhadap Penerapan Sistem Pertanian Organik di Bumiaji Kota Batu. Jurnal Wacana - Program Magister Pengelolaan Sumber daya Lingkungan - Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya Malang. 2012. Vol. 15 No. 2. ISSN: 1411-0199 dan e-ISSN: 2338-1884.
3. Widayanti, S., dan Yulianti, N. 2007. Kajian Ekonomi Pada Usaha tani Padi Organik di Desa Sumbergepoh Kecamatan Lawang a Lawang. Jurnal J-SEP- Jurusan Manajemen Agribisnis "UPN" Veteran Jatim Surabaya. 2007. Vol. 1 No. 2.
4. Rukka, H., Buhaerah dan Sunaryo. Hubungan Karakteristik Petani dengan Respons Petani Terhadap Penggunaan Pupuk Organik pada Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) di Kabupaten Gowa. Jurnal Agrisistem. 2006. Vol. 2 No. 1 ISSN: 1858-4330.
5. Singarimbun, M. dan Effendi, S. Metode Penelitian Survei. Jakarta. 2005. LP3ES.
6. McMillan, J.H dan Schumacher, S. *Research in Education: A Conceptual Introduction* (5<sup>th</sup> ed.). US Longman. 2001. Inc.
7. Sudjana, Metoda Statistika. Penerbit Tarsito. Bandung. 1992. Edisi 5. Hal 184 – 186.
8. Gibson, J.L., Donnely, J.H., Ivancevich, John M dan Wahid, Jurban. Organisasi dan Manajemen: Perilaku Struktur Proses. Jakarta. Erlangga. 1988.